

## Themen der Teilkonferenzen:

Informationssysteme in Industrie und Handel  
Informationssysteme in der Dienstleistung  
Digitale Dienstleistungen  
Informationsmanagement  
Wissensmanagement  
Nachhaltigkeitsmanagement  
Kommunikations- und Kooperationssysteme  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme



Technische  
Universität  
Braunschweig

# MKWI 2012

Dirk Christian Mattfeld,  
Susanne Robra-Bissantz (Hrsg.)



Institut für Wirtschaftsinformatik  
Lehrstuhl Decision Support  
Prof. Dr. Dirk Chr. Mattfeld







Dirk Christian Mattfeld  
Susanne Robra-Bissantz

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012  
Tagungsband der MKWI 2012



Dirk Christian Mattfeld  
Susanne Robra-Bissantz

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012

Tagungsband der MKWI 2012

## **Herausgeber**

Dirk Christian Mattfeld  
Susanne Robra-Bissantz  
Technische Universität Braunschweig  
Institut für Wirtschaftsinformatik  
Mühlenpfordtstraße 23  
38106 Braunschweig  
d.mattfeld | s.robra-bissantz@tu-braunschweig.de

## **Koordination des wissenschaftlichen Programms:**

Dr. Stephan Meisel

## **Redaktion und Layout:**

Dr. Jan Fabian Ehmke

## **ISBN 978-3-942183-63-5**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Veröffentlicht im GITO Verlag 2012  
Gedruckt und gebunden in Berlin 2012

© GITO mbH Verlag Berlin 2012

GITO mbH  
Verlag für Industrielle Informationstechnik und Organisation  
Detmolder Straße 62  
10715 Berlin  
Tel.: +49.(0)30.41 93 83 64  
Fax: +49.(0)30.41 93 83 67  
E-Mail: [service@gito.de](mailto:service@gito.de)  
Internet: [www.gito.de](http://www.gito.de)



# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 1

### Informationssysteme in Industrie und Handel

#### Track 1:

##### Innovative Wertschöpfung mit Automotive Services

Terminmanagement in Fahrzeugentwicklungsprojekten der Automobilindustrie	7
Die Geschlechter im E-Commerce – Eine empirische Studie über das (Such-) Verhalten und das Erleben von Emotionen am Beispiel der Produktkonfiguration	19
Nutzen digitaler Mehrwertdienste im Automobil	31

#### Track 2:

##### Zukunftsfähigkeit unternehmensweiter Anwendungssysteme

Towards a Process Model for Efficient Customer Relationship Management System Selection	45
In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotentiale	59
Handlungsfelder der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik im Kontext der Digitalen Fabrik	71
Zum Potential von Event-Driven Architecture für komplexe Unternehmensnetzwerke	83
Manufacturing Execution Systeme – die neue Generation von Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systemen?	97
Defizite und Potentiale im Bereich der Usability betriebswirtschaftlicher Anwendungen in Kleinst-, Klein- und mittelständischen Unternehmen am Beispiel des Freistaats Sachsen	109

#### Track 3:

##### Informationssysteme in Logistik und Verkehr

Dynamische Neuplanung der Touren von Express Trucks unter Einbeziehung einer FCD-basierten Verkehrslage	124
Bieterunterstützung in kombinatorischen Auktionen für Gebietsausschreibungen	137
Konzeption eines entscheidungsunterstützenden Systems zur operativen Planung intermodaler Verkehre mittels Multiagentensystemen	149
(Re-)Allokationsstrategien für Aufträge mit alternativen Ausführungsmodi – Simulationsexperimente zur Transportlogistik	161
Modellgetriebene ad-hoc Integration von Logistikdienstleistern – Integrationsansatz und Prototyp	175

Dezentrales Koordinationskonzept zur multilateralen kollaborativen Produktions- und Distributionsplanung	186
Kontextbasierte Eventerkennung in der Logistik mit drahtloser Sensornetztechnologie	201
Optimierung von stationsbasierten Bike-Sharing Systemen	215
IT-Systeme für Verkehrsunternehmen: Das Branchenmodell ITVU	227
Data-Mining für die Analyse von Nachfrage und Angebot im Revenue Management am Beispiel von Fluggesellschaften	239
Verknüpfung der Fahrplanauskunft mit dem Fahrtzweck durch den Connect-WMS (Web-Map-Service)-Haltestellenlayer	251
Optimierte Abstimmung der Umsteigebeziehungen im ungetakteten ÖPNV unter Berücksichtigung der Umlaufplanung	263

## Kapitel 2

### Informationssysteme in der Dienstleistung

#### Track 1:

##### E-Health: Informationssysteme für die vernetzte Medizin

Mobile Anwendungssysteme im Gesundheitswesen: eine empirische Anforderungsanalyse am Beispiel der präklinischen Notfallmedizin	281
Durchlaufzeiten in der Zentralen Notaufnahme – eine Prinzipal-Agenten-Analyse	291
Defi Now! – Entwicklung eines mobilen Clients zur Community-basierten Bereitstellung von Defibrillatorstandorten	302
Requirements Engineering für Referenzmodelle mittels eines multimethodischen Vorgehensmodells	317
Supply Chain Management von Arzneimitteln und Medikalprodukten im Krankenhaus – Ziele, Vorgehensweise und erste Ergebnisse eines Projektes	329
Entwicklung eines Anforderungskatalogs für IT-Anwendungen zur Unterstützung des mobilen Arbeitens und Lernens in der ambulanten Pflege	341

#### Track 2:

##### Personalthemen in der IV-Beratung

Berufsprofile in der IT-Beratung: Ergebnisse einer Auswertung von Anforderungen und Tätigkeiten in Stellenanzeigen	357
Work-Life-Balance – Strategische Waffe des HR-Managements in der IT-Unternehmensberatung?	369
Strategisches Workforce Management als Betätigungsfeld für Unternehmensberater am Beispiel des Einzelhandels	381

### **Track 3:**

#### Informationssysteme in der Finanzwirtschaft

Massenprozessmanagement bei Dienstleistungen	395
Investigating Technology Acceptance of Mobile Payment in Germany and the USA	407

## **Kapitel 3**

### Digitale Dienstleistungen

### **Track 1:**

#### E-Learning und Lern-Service-Engineering

Bildungsbedarfsanalyse auf Grundlage von Stellenanzeigen – Potenziale des Text Mining für das Lern-Service-Engineering	425
Towards an Internationalization of the Information Systems Curriculum	437
Technische und organisatorische Potentiale eines E-Learning Wertschöpfungsnetzwerks in der Cloud	451
Ein Autorenwerkzeug zur Konfiguration von eLearning-Argumentationsframeworks	463
Exploring information flow issues during the implementation of a Campus Management System	475
Performance Dashboard für Dozenten in der universitären Lehre	487
Determinanten der Lernerzufriedenheit IT-gestützter Lerndienstleistungen in Betrieb und Hochschule	499

### **Track 2:**

#### Betriebliche Anwendungssysteme im Studium und der Lehre

ERP-System-Einsatz in der Lehre: Ergebnisse einer Umfrage an deutschen Universitäten und Fachhochschulen	513
Lernerfolg durch ERP-System-Vergleich – Einsatz von SAP Business ByDesign und SAP ERP in der Lehre	525

### **Track 3:**

#### Software-as-a-Service und Cloud Computing

Anforderungen an Cloud Computing Anbieter	539
SaaS-Geschäftsmodelle: Alle gleich, alle verschieden?	551
Systematisierung und Klassifizierung von ASP, Grid- und Utility-Computing Wertschöpfungsketten für Cloud Computing	559
A Classification Scheme for Characterizing Service Networks	573
Potenzielle Erfolgsfaktoren von SaaS-Unternehmen	587

Explaining the Governance of Software as a Service Applications: A Process View	599
Simulation Model for Cost-Benefit Analysis of Cloud Computing versus In-House Datacenters	613
Einsatzmöglichkeiten von Virtual Private Workspace	627
New Sales and Buying Models in the Internet: App Store Model for Enterprise Application Software	639
A Case for Cooperative Cloud Intermediaries for Small and Medium-Sized Enterprises	653
Felsen, Steine oder Sand – Messung des optimalen Granularitätsgrades von Software-Services	665
Cloud Computing Innovation: Schritte in Richtung einer Forschungsagenda	677

#### **Track 4:**

##### **Telekommunikations- und Internetökonomie**

Lock-Ins auf Netzeffektmärkten – Ergebnisse einer Simulationsstudie	691
Web-basierte Erlösmodelle und deren Einflussfaktoren am Beispiel eines Online-Portals	705
Wettbewerb und Kooperation im Content Delivery Markt	717

#### **Track 5:**

##### **Virtual Realities and Gaming**

Klassifikationsschema virtueller Welten	731
Postadoption virtueller Welten am Beispiel „World of Warcraft“	743
E-Moderation im Distance Learning mittels Virtueller Welten – Eine Fallstudie in Second Life	755
Serious Gaming – Spiele als experimentgestützte Evaluationsmethode	767
Einsatz von Spielmechaniken in Ideenwettbewerben: Einsatzmotive, Wirkungen und Herausforderungen	781
Gamification of ERP Systems – Exploring Gamification Effects on User Acceptance Constructs	793

## **Kapitel 4**

### **Informationsmanagement**

#### **Track 1:**

##### **Adoption, Nutzung und Erfolg von Artefakten in der WI**

Kann der Nutzen aus (Standard) Anwendungssoftware zu nachhaltigen Wettbewerbsvorteilen führen?	811
---	-----



Die Nutzungsintention als Prädiktor der realen Systemnutzung: eine quantitative Analyse	825
Akzeptanz von Projektmanagement-Software: Modellentwicklung auf Basis einer qualitativen Studie	837
How to Evaluate the Practical Relevance of Business Process Compliance Checking Approaches?	849
Treiber und Hürden der Einführung von Shared Service Centern in der Verwaltungs-IT	863
Konstruktion sozialer Systeme als Gegenstand der Wirtschaftsinformatik – Relevanz und Implikationen für Adoption, Nutzung und Erfolgsmessung	875

## Track 2:

### IT Performance Management / IT-Controlling

Making Strategic IT/IS Management Comparable: Designing an Instrument for Strategic IT/IS Benchmarking	889
Governance in emergenten Softwaresystemen – Kennzahlen und Change Management-Prozess	905
Web Analytics – Empirische Untersuchung über den Einsatz, Nutzen und die Probleme der Webanalyse	917
IT-Architektur als Maß für die IT-Agilität	931

## Track 3:

### Integriertes Ertrags-, Compliance- und Risikomanagement

Requirements Criteria for Applicable Environmental Scanning Systems: Model Development and First Demonstration	945
Towards a Sustainable and Efficient Component-based Information Security Framework	959
Rechts- und ethikkonforme Identifikation von unternehmensschädlichen Handlungen durch semiautomatisierte Prozesse	971

## Track 4:

### Enterprise Transformation

Transformation in Telecommunication – Analyse und Clustering von Real-life Projekten	985
Categories of Enterprise Architecting Issues – An Empirical Investigation based on Expert Interviews	999
Vorgehensmodelle zur Einführung von Second-Tier-ERP-Systemen – Empirische Befunde und das ACIP-Vorgehensmodell für SAP-Endanwender	1011
IT-Transformationsprogramme: Visualisierung von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen auf IT-Landkarten	1023
Kriterien zur Leistungsbeurteilung von Prozessen: Ein State-of-the-Art	1037
Service-System-Architekturen zur Gestaltung von Logistikdienstleistungsnetzwerken	1049

Innovationsmanagement in IT-Abteilungen – eine fallstudienbasierte Untersuchung	1061
Facilitating Enterprise Transformation Through Legitimacy – An Institutional Perspective	1073

## Kapitel 5

### Wissensmanagement

#### Track 1:

##### Business Intelligence

Umfrage 2011: „Dokumentation von Business-Intelligence-Systemen“ – Ergebnisse und Auswertung	1091
Architektur eines Open Source BI Systems mit Geo-Erweiterung	1105
Integration von Geodaten in Analytische Informations-systeme: Klassifikation bestehender Ansätze	1119
Operational Business Intelligence bei Call Centern – Erkenntnisse einer Fallstudienuntersuchung	1131
Methoden für Trendanalysen im Web zur Unter-stützung des Customer Relationship Management	1145
Identifikation und Analyse von ironischen und sarkastischen Kundenrezensionen im Web	1157

#### Track 2:

##### Intelligent Information Systems

Heuristiken zur multikriteriellen Komposition von Diensten in dienstbasierten Informationssystemen	1171
Ein Revenue-Management-System zur multikriteriellen Kapazitätssteuerung im Umfeld des Cloud Computing	1183
Lösung des Container Sequencing Problems unter Berücksichtigung von Ladeluken	1195
Produktkonfiguration von Flachstahlerzeugnissen	1207

#### Track 3:

##### Wissensmanagement

Externes Wissen in offenen Innovationsprozessen – Ein systematischer Literatur-Review	1221
Der Einsatz von Web 2.0 Techniken zur Wissensbewertung im Unternehmen	1235
Analysis and Comparison of Models for Individual and Organizational Knowledge Work	1247
Zur adaptiven Steuerung von wissensintensiven Geschäftsprozessen	1261

Domain-Specific Languages and Digital Preservation Supporting Knowledge-Management	1273
Technologien und ihre Bedeutung für das Wissensmanagement am Beispiel der Geovisualisierung	1285
Understanding Factors Influencing the Creation of Personal Applications in Knowledge Management	1293
Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion unter Berücksichtigung von Ansätzen aus dem Wissensmanagement	1307
Messinstrument zur Beurteilung erfassten Wissens innerhalb der Bewertung von Produktentwicklungswissen	1319
Managing and facilitating knowledge creation in collaborative settings	1331
Optimising allocation of knowledge workers to learning measures for competence development	1345
Manifesto for a Standard on Meaningful Representations of Knowledge in Social Knowledge Management Environments	1359

## Kapitel 6

### Nachhaltigkeitsmanagement

#### Track 1:

##### IT in der Energiewirtschaft

Organisatorische, regulatorische und technische Katalysatoren und Hemmnisse zur Erreichung des intelligenten Energieversorgungssystems – eine empirische Analyse	1383
Forecasting day ahead spot price movements of natural gas – An analysis of potential influence factors on basis of a NARX neural network	1395
Ein Process Performance Management System in der Energiewirtschaft – Entwicklung für einen Shared Service Provider am Beispiel des Lieferantenwechselprozesses	1407
Anforderungen an eine Software für den Betrieb von Ladeinfrastruktur aus Sicht eines Stadtwerkes	1421
Ein Vorgehensmodell zur Gestaltung kundengruppenspezifischer Time-of-Use Tarife	1433

#### Track 2:

##### Neue Mobilität und Erneuerbare Energien

Analysis and Discussion of Critical Success Factors of E-mobility Interconnected IS Infrastructure	1449
Schema zur Ladeinfrastrukturbewertung für Elektromobilität	1461
Ökonomische Bewertung von Vehicle-to-Grid in Deutschland	1473
„Green by IT“ – Nachhaltiger Gütertransport durch Entscheidungsunterstützungssysteme	1487

### **Track 3:**

#### **Betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement**

Green IT/IS Forschung – Ein systematischer Literaturreview und Elemente einer Forschungsagenda	1501
Nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement – Status Quo und Forschungsagenda	1515
Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie	1531
Eine systematische Analyse des Einflusses ökologischer Ziele auf das IT-Service-Management	1545
Ein Konzept zur Identifikation ökologisch nachhaltiger Verbesserungspotentiale unter Bürgerbeteiligung	1559
CO2-TEC Transport Emission Calculator	1571
Ein Modell für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation	1581

### **Kapitel 7**

#### **Modellierung betrieblicher Informationssysteme**

Using Obfuscating Transformations for Supporting the Sharing and Analysis of Conceptual Models	1599
Effiziente Prozessmodellanalyse mit Algorithmen der Subgraphisomorphie	1613
Empirical Support for the Usefulness of Personalized Process Model Views	1625
Konzeptuelle Modellierung partieller SOA	1637
Modellbasierte Spezifikation von RESTful SOA auf Basis von Geschäftsprozessmodellen	1649
DeCREE: Eine Domänenspezifische Sprache zur Modellierung von Choreography-First Szenarien	1661
Flexible Controls for Compliance in Catastrophe Management Processes	1675
Eine empirische Studie zur strukturellen Komplexität konzeptioneller Modelle – Grundlegung eines effizienten Ansatzes zur strukturellen Modellanalyse	1689
Zur Identifikation von Strukturanalogien in Prozessmodellen	1703

### **Kapitel 8**

#### **Kommunikations- und Kooperationssysteme**

##### **Track 1:**

##### **Kooperationssysteme**

Der Weg zur Social Software Lösung für Unternehmen: Bedürfnisanalyse für kollaborative Technologien	1723
--	------

Community-basierte Open Innovation von der Suche bis zur Implementierung – der Fall des Innovationsintermediärs innosabi	1735
Social Networking Services im Internet als eRecruiting-Kanal für Unternehmen	1747
Smartltinerary: Vom Reisekunden zum Freund	1761
Videoannotationen auf dem Prüfstand – Evaluation, Bewertung und Erweiterung von YouTube Videoanmerkungen	1773
Kooperationsdilemma in der Zukunftsforschung – Ein IT-basierter Lösungsansatz der Bundeswehr	1785
Entwicklung einer offenen Netzwerk Balanced Scorecard (ONBSC) für Web 2.0-basierte Kooperation in regionalen KMU-Netzwerken	1797
Towards a Model for Collective Intelligence, Emergence and Individual Motivation in the Web 2.0	1809
Approaches for Business Model Representation: An Overview	1821

## Track 2:

### E-Commerce und E-Business

Sniping in Online-Auktionen	1835
Learning to negotiate – The Tactical Negotiation Trainer	1847
E-Requirements Negotiation: Elektronische Verhandlungen in der verteilten Softwareentwicklung	1859
Konzept eines Präferenzmodells basierend auf der GRIP Methodologie im Kontext elektronischer Verhandlungen	1871
Konstruktion eines Management-Frameworks für Social Networking Sites auf Basis einer extensiven Literaturanalyse	1885
Ökonomische Potenziale einer Online-Kundenwertanalyse zur gezielten Kundenansprache im Internet	1897
Mining electronic negotiation messages – an exploratory evaluation and first steps	1909
Quo vadis elektronische Rechnung? – Forschungsstand, -lücken, -fragen und -potenziale	1921
Are Personalized Recommendations the Savior for Online Content Providers?	1933

## Track 3:

### IKT-gestützte Unternehmenskommunikation

Informationsüberlastung durch E-Mails – Ein Modell der Auslöser	1949
Sind wir (zu) gut informiert? – Auslöser, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen von Informationsüberlastung	1961
Unterstützung der anspruchsrgruppenzentrierten Unternehmenskommunikation im Compliance Management mit Topic Maps	1973

Universitäres Alumni-Management in Online Social Networks	1985
Ein Blog für das Beschwerdemanagement an Hochschulen: Determinanten der Nutzungsabsicht	1997
Social Networking Services: Eine empirische Exploration zu Profilmanagement, Kontaktmanagement und Nachrichtenaustausch	2011
Qualitätsmanagement und Social Media	2023
Virtuelles Teambuilding und IKT-Technologien in Relation unter Einbeziehung der Theorien Social Presence und Media Richness	2035

#### **Track 4:**

##### **Digitale Netzwerke in unsicheren Umwelten**

Einfluss der Qualitätsermittlung kollaborativ erstellter Informationen auf die Gestaltung interorganisationaler Krisenmanagementsysteme	2049
Erhöhung der Sicherheit von Lebensmittelwarenketten durch Modell-getriebene Prozess-Implementierung	2061

## Teilkonferenz- und Trackorganisatoren

Wir danken den Teilkonferenz- und Trackorganisatoren für die Gestaltung des wissenschaftlichen Programmes der MKWI 2012.

Frederik Ahlemann	Norbert Gronau	Michael Räckers
Stephan Aier	Thomas Hess	Franz Rothlauf
Hans-Jürgen Appelrath	Holger Hoffmann	Stefan Sackmann
Henning Baars	Ursula Hübner	Michael Schermann
Andrea Back	Ralf Insenmann	Eric Schoop
Ulrike Baumöl	Natalia Kliewer	Wolfram Schumacher
Jörg Becker	Ralf Knackstedt	Stefan Seifert
Alexander Benlian	Petra Knaup	Stefan Smolnik
Daniel Beverungen	Michael Koch	Stefan Stieglitz
Markus Bick	Lutz Kolbe	Stefan Strecker
Tilo Böhmann	Jan Krämer	Leena Suhl
Michael H. Breitner	Helmut Krcmar	Hannah Theuer
Walter Brenner	Dennis Kundisch	Frédéric Thiesse
Martin Breunig	Ulrike Lechner	Oliver Thomas
Thomas Deelmann	Franz Lehner	Klaus Turowski
Patrick Delfmann	Jan Marco Leimeister	Nils Urbach
Jan Fabian Ehmke	Susanne Leist	Peter Weber
Carsten Felden	Johanna Möhlmann	Alfred Winter
Andreas Fink	Florian Matthes	Max Witt
Ulrich Frank	Volker Nissen	Holger Wittges
Roland Gabriel	Markus Nüttgens	Rüdiger Zarnekow
Martin Gersch	Danny Pannicke	Gregor Zellner
Jorge Marx Gómez	Andreas Pfeiffer	
Jose González	Key Pousttchi	





**Teilkonferenz**

# **Informationssysteme in Industrie und Handel**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Informationssysteme in Industrie und Handel**

**Norbert Gronau**

Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government,  
14482 Potsdam, E-Mail: [gronau@wi.uni-potsdam.de](mailto:gronau@wi.uni-potsdam.de)

Die Verbreitung von Informationssystemen in Industrie und Handel hat in den letzten Jahren immer mehr an Geschwindigkeit gewonnen. Dabei setzen nicht nur große Unternehmen entsprechende Systeme ein. Vielmehr haben auch kleine und mittelständische Unternehmen die großen Potenziale erkannt und führen in Hinblick einer Stärkung und Festigung Ihrer Marktposition entsprechende, auf die jeweiligen Geschäftsprozesse abgestimmte Lösungen ein. Die Möglichkeiten, die moderne Informationssysteme bieten, sind dabei nahezu unerschöpflich und in allen Phasen der Produktlebenszyklus zu finden. Insbesondere gewinnt dabei auch die adäquate Einbindung von Kunden und Lieferanten in den Prozess weiter an Bedeutung. Dem gestiegenen Bedürfnis der Kunden nach individuellen Leistungen und Partizipation kann erfolgreich begegnet werden. Zudem kann der durch die Globalisierung gestiegenen Bedeutung der internationalen Vernetzung von Unternehmen Rechnung getragen werden.

Die Teilkonferenz besteht aus drei Tracks:

Im ersten Track „Innovative Wertschöpfung mit Automotive Services“ wird dargestellt, welchen Nutzen Informationssysteme in der Automobilbranche haben. Dabei wird sowohl auf den Einsatz im Entwicklungs- und Vertriebsprozess als auch auf die Möglichkeiten digitaler Systeme im Automobil selbst eingegangen.

Im Track „Zukunftsfähigkeit unternehmensweiter Anwendungssysteme“ werden künftige Chancen und Risiken entsprechender Systeme diskutiert und darauf basierend notwendige Entwicklungen erörtert. Dabei werden Besonderheiten verschiedener Branchen wie Handel und Produktion, aber auch allgemeine Anforderungen wie der Umgang mit komplexen Unternehmensnetzwerken und die Bedienfreundlichkeit angesprochen.

Die umfangreichen Möglichkeiten moderner Software in Logistik und Verkehr sind der Fokus des dritten Tracks der Teilkonferenz. Es werden neben diversen Anwendungen in verschiedenen Verkehrssystemen, wie dem öffentlichen Nahverkehr oder dem Flugverkehr, auch die Möglichkeiten neuer Technologien – beispielsweise zur automatischen Erkennung der aktuellen Situation und darauf basierender Entscheidungstreffung – in logistischen Prozessen beschrieben.

Insgesamt wurden in den drei Tracks der Teilkonferenz von 31 Einreichungen 21 Beiträge angenommen. Die Anzahl spricht deutlich für die hohe Wichtigkeit der Thematik. Die Organisatoren danken allen Autoren für Ihre Einreichungen. Ein besonderer Dank gilt auch den Organisatoren der MKWI 2012 in Braunschweig sowie dem Programmkomitee und den Gutachtern der Teilkonferenz für Ihr Engagement:

Prof. Dr.-Ing. Stephan Aier

Prof. Dr. Jörg Becker

Prof. Dr. Christian Bierwirth

Prof. Dr. Stefan Bock

Prof. Dr. Catherine Cleophas

Dr. Jan Fabian Ehmke

Dr. Torsten Fahle

Dr. Tore Grünert

Prof. Dr. Hans-Otto Günther

Prof. Dr. Axel Hahn

Prof. Dr. Richard Hartl

Dr. Holger Hoffmann

Stefan Hörmann

Prof. Dr. Natalia Kliwer

Dr. Achim Koberstein

Prof. Dr. Helmut Krcmar

Prof. Dr. Christine Legner

Prof. Dr. Jan Marco Leimeister

Prof. Dr. Peter Loos

Prof. Dr. Taieb Mellouli

Peter Möhl

Prof. Dr. Susanne Robra-Bissantz

Michael Schermann

Tobias Schlachtbauer

Prof. Dr. Bernd Scholz-Reiter

Dr. Jörn Schönberger

Sergej Truschin

Dr. Peter Wagner

Manuel Wiesche

Dr. Axel Winkelmann

# **Innovative Wertschöpfung mit Automotive Services**



# Terminmanagement in Fahrzeugentwicklungsprojekten der Automobilindustrie

**Dennis Krull**

Technische Universität Braunschweig, Lehrstuhl Decision Support, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: d.krull@tu-braunschweig.de

**Dirk Christian Mattfeld**

Technische Universität Braunschweig, Lehrstuhl Decision Support, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: d.mattfeld@tu-braunschweig.de

## Abstract

Fahrzeugentwicklungsprojekte werden mit einer zunehmenden Anzahl von Partnern geplant und gesteuert. Im Terminmanagement werden Projekte nach einer dezentralisierten Methode geplant, wobei jeder Partner einen eigenen Terminplan bearbeitet, der mit Plänen anderer Partner verknüpft ist. Systemhäuser von Projekt-Management-Software (PMS) stellen die dazu erforderlichen Verknüpfungsfunktionalitäten in rudimentärer Form zur Verfügung. Aus Sicht der Forschung weisen PMS noch Defizite in Bezug auf generische Verknüpfungsfunktionalitäten auf. In diesem Artikel wird die organisatorische Komplexität einer Multiprojekt-Umgebung durch eine kybernetische Sichtweise aufgezeigt. Hiervon abgeleitet wird ein Modell vorgeschlagen, welches die Objekte des Terminmanagements strukturiert, um schließlich generische Verknüpfungsprimitiven aufzuzeigen.

## 1 Einführung

Dieser Artikel adressiert das Terminmanagement von Fahrzeugentwicklungsprojekten in einer Multiprojekt-Umgebung. Ein *Fahrzeugentwicklungsprojekt* umfasst den Produktentstehungsprozess (PEP) vom Projektanstoß bis zum Beginn der Serienproduktion (Start-Of-Production = SOP). Als *PEP* soll hier der Prozess verstanden werden, der die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Beteiligten bei der Produktentstehung definiert und beschreibt [8]. Im Rahmen dieser Projekte werden neue Fahrzeuge entwickelt oder bestehende Modelle überarbeitet [17].

In Kapitel 2 möchten wir die jeweilige Multiprojekt-Umgebung strukturieren, indem die Regler, Regelstrecken sowie Informationsflüsse definiert werden, die in einem *vermaschten Regelkreismodell* benötigt werden. Das Modell betrachtet Gremien und Projektteams in einer

Multiprojekt-Umgebung: Das Portfolio, Programm und Projekt sowie die Institutionen von Modulen und Komponenten. Darauf aufbauend beschreiben wir die Wirkungsweisen der Planungs- und Steuerungsprozesse sowie die Objekte im Regler.

In Kapitel 3 wird ein Modell eingeführt, welches die Objekte im vernetzten Projektterminmanagement darstellt. Davon abgeleitet werden Planungs- und Entscheidungsobjekte der einzelnen involvierten Modellebenen und ihre Wechselbeziehungen im Multiprojektmanagement beschrieben. Wir zeigen auf, dass die betrachteten Objekte auf die Ebene von Plan-Primitiven wie Vorgänge, Ereignisse und Verknüpfungen zurückgeführt werden können. Der Artikel wird mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick abgeschlossen (Kapitel 4).

## 2 Die Multi-Projekt Umgebung

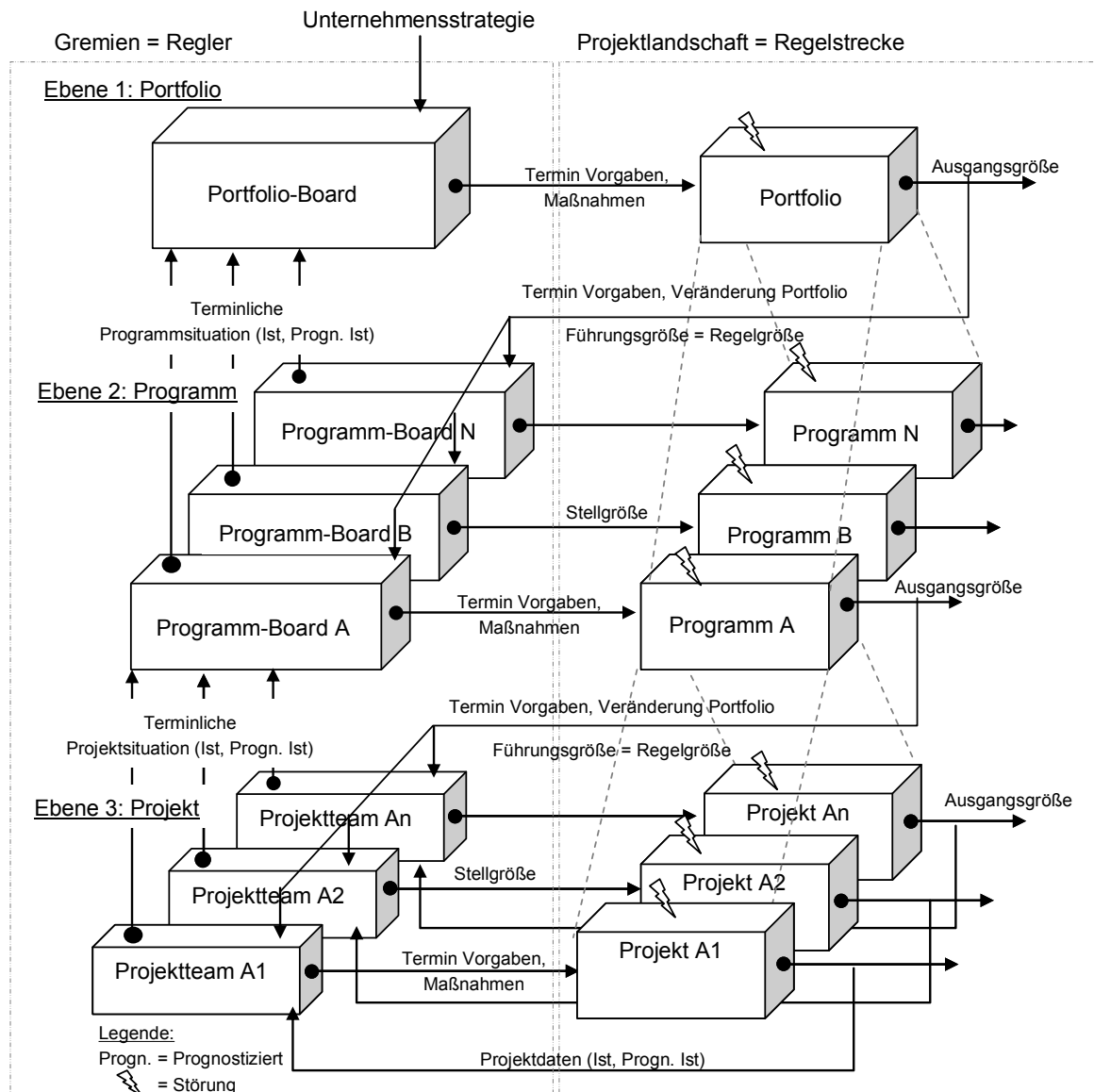
Die kybernetische Sicht auf das Multiprojektmanagement zeigt die enorme organisatorische Komplexität einer Multi-Projekt Umgebung. Das nachfolgende Regelkreismodell besteht aus Reglern (z.B. einer Institution), Regelstrecken (z.B. das Projekt) und Informations- sowie Steuerflüssen. Die auf den Regler einwirkende Führungsgröße repräsentiert die Soll-Größe und über die Regelgröße werden die gemessenen tatsächlichen Daten zurückgemeldet. Der Output des Reglers ist eine Stellgröße, die gleichzeitig der Input für das zu steuernde System ist. Auf das System wirken Störgrößen, wie beispielsweise Lieferengpässe, die den Sollzustand des Systems (hier Projekt) beeinträchtigen.

### 2.1 Portfolio, Programme und Projekte

Die drei Ebenen des vermaschten Regelkreises zeigt Bild 1. Oben wird die *strategische Portfolio-Ebene* dargestellt. Das *Projektportfolio* stellt die Gesamtheit aller Projekte eines Unternehmens bzw. die Projektlandschaft dar. Im Rahmen des Portfolio-Managements finden dynamische Entscheidungsprozesse statt. Hierbei werden Ideen und Vorhaben evaluiert, selektiert und priorisiert. Bestehende Projekte werden gegebenenfalls beschleunigt, abgebrochen oder neu priorisiert. Letztendlich wird hier die Multiprojekt-Umgebung geplant und gesteuert. Der strategische Regelkreis funktioniert wie folgt: Das Portfolio-Board (Regler) besteht aus Mitgliedern des Vorstands, Portfolio Managern und definierten Divisionsleitern. Hierbei soll unter einer *Division* eine Geschäftseinheit oder Linie verstanden werden, die ähnliche Geschäftsfunktionen bündelt und als *Business Unit* verstanden werden kann. Die Unternehmensstrategie ist der Input für diesen Regler. Das Portfolio-Board erhält über Regelgrößen Rückmeldungen aus der Projektlandschaft. Auf Basis der Regelabweichung werden durch dieses Gremium Zieltermine, Vorgaben und Maßnahmen (Stellgrößen) in die Regelstrecke „Portfolio“ eingesteuert.

Diese Größen werden Top-Down zur *taktischen Programm Ebene* transferiert. Die Regelgröße aus dem strategischen Regelkreis ist mit der Führungsgröße des taktischen Regelkreises identisch. Ein Programm soll hier nach TURNER [15] definiert werden: „A program can be defined as a group of projects that are managed together for added benefit“. Bei der VOLKSWAGEN AG stellen beispielsweise die Fahrzeugsegmente im Allgemeinen das Gruppierungskriterium dar, welche vom Kraftfahrzeugbundesamt festgelegt werden (z.B. Kleinwagen, Kompaktklasse, Mittelklasse, etc.). Dies wird in Bild 1 durch die Programme A,...,N repräsentiert. Das *Programm-Board* plant und überwacht ein Projekt-Cluster (Programm) durch Zieltermine, Vorgaben und Maßnahmen. Diese Informationen werden übermittelt an die *operative Projekt Ebene*.





**Bild 1: Vermaschtes Regelkreismodell**

Das Terminmanagement terminiert projektspezifisch die Aktivitäten und Meilensteine des PEP. Die auf Programm-Ebene vorgegebenen Zieltermine werden auf operationaler Ebene durch die Projektteammitglieder umgesetzt. Projektteams setzen sich zusammen aus designierten Divisionsvertretern und einem Produktmanager. Der tatsächliche Projektzustand wird in der Regelstrecke *Projekt* über Terminpläne gemessen und diese Information als Regelgröße an das *Projektteam* zurückgemeldet. Bild 1 zeigt vom *Programm A* die *Projekte A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ..., A<sub>n</sub>*.

Der tatsächliche Projektzustand wird nach Erfordernis über das *Projektteam* an das *Programm Board* und gegebenenfalls das *Portfolio Board* übermittelt. Die Verfügbarkeit von Führungs- und Regelgröße an den Reglern ermöglicht ein effektives Steuern in jeder Ebene der Multi-Projekt Umgebung. Stabile Zustände (Führungsgröße = Regelgröße) sind in unserem Modell und in der Praxis nicht realistisch, da Störgrößen auf die Regelstrecke einwirken und auch die Unternehmensstrategie Änderungen unterliegt. Mittels Stellgrößen können die Regler Maßnahmen einleiten.

## 2.2 Komponenten und Module

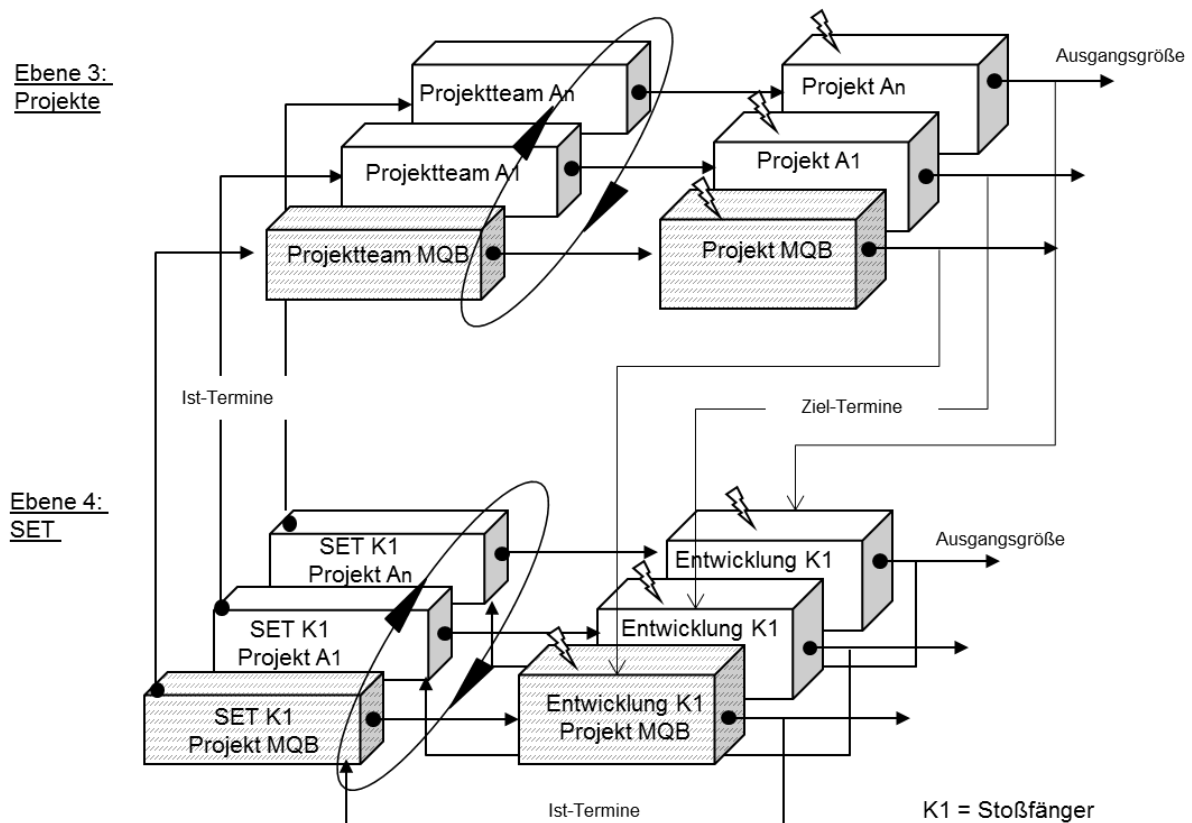
Die Modularisierung von Fahrzeugplattformen ist eine Erweiterung der *Plattformstrategie*. In Plattformen sind die Komponenten überwiegend starr verbunden und nicht austauschbar. Die Modularisierung ermöglicht eine weitere Standardisierung der Produktionsprozesse in allen Bereichen, wodurch eine höhere Flexibilität erreicht wird. Darüber hinaus können durch die Modularisierung des Fahrzeugs Produktentwicklungszeit sowie Entwicklungs- und Einmalkosten über Skalen- und Volumeneffekte reduziert werden. Damit werden Fahrzeuggewicht und Emissionen signifikant gesenkt.



**Bild 2:** Modularer Querbaukasten MQB von VOLKSWAGEN [16]

Den *Modularen Querbaukasten MQB* von VOLKSWAGEN zeigt Bild 2. Der MQB ist die Anwendung der Modulstrategie in Fahrzeugplattformen, bei denen der Triebstrang quer zur Fahrtrichtung eingebaut wird [16]. Dies erfolgt gewöhnlich in Fahrzeugen, die der Kleinwagen- oder Kompaktklasse angehören. Im Gegensatz dazu existiert der *Modulare Längsbaukasten (MLB)*, bei dem der Triebstrang längs zur Fahrtrichtung eingebaut wird [16]. Beispielsweise müssen die Antriebe, die auf Flüssigkeitsbrennstoff basieren (TSI, TDI und E85 Technik), grundsätzlich nur einmal appliziert sowie getestet werden, bevor sie in Fahrzeugen der unterschiedlichen Segmente zum Einsatz kommen können.

Die Terminplanung und -steuerung von Modulen und die terminliche Verknüpfung mit den Fahrzeugentwicklungsprojekten ist von hoher Bedeutung. Terminänderungen in der Modul-Entwicklung können erhebliche Konsequenzen auf das gesamte Terminmanagement von Programmen und sogar eines Portfolios bewirken. Mittels Informationssystemen können die Abhängigkeiten und Terminkonflikte zwischen den Projekten transparent aufgezeigt werden. Bild 3 ergänzt unser vermaschtes Regelkreismodell um eine weitere Ebene.



**Bild 3:** Vermaschtes Regelkreismodell mit Modulen

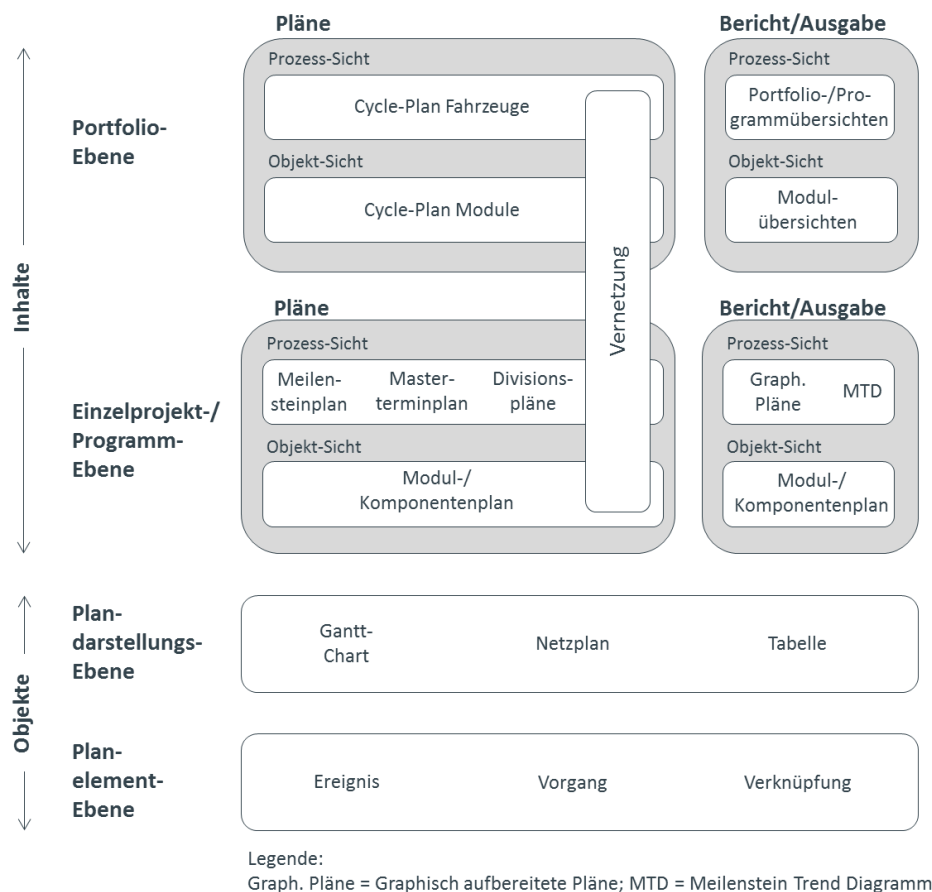
Die oberste Ebene zeigt die operative (Projekt-) Ebene, die bereits in Bild 1 eingeführt wurde. Verantwortlich für die Planung und Steuerung der Module ist das MQB-Projektteam. Die Terminpläne der Module müssen mit den Projekten, die diese verwenden möchten, in Einklang gebracht werden. Dies wird illustriert durch die Ellipse mit den zwei Pfeilen auf Ebene 3: Das MQB-Projektteam stimmt sich hier mit den Projektteams  $A_1, \dots, A_n$  ab. Der Output des Teams sind Terminvorgaben (hier als Stellgröße abstrahiert), die auf Entscheidungen im Projektteam basieren. Die Zieltermine und Vorgaben werden von den Projekten über Regelgrößen an die *Simultaneous Engineering Teams* (SET) transferiert (Regelkreis MQB). Der Entwicklungsfortschritt wird gemessen und als Regelgröße an den Regler "SET" und gegebenenfalls an das Projektteam über *planübergreifende Verknüpfungen* zurück gemeldet. *Simultaneous Engineering* ist nach LINCKE eine Methode der Arbeitsorganisation, bei der von Beginn der Produktentstehung an alle betroffenen Bereiche parallel in sich überlappenden Tätigkeiten zusammenarbeiten und auf diese Weise rechtzeitig ihr spezifisches Wissen einbringen [10]. Die Zusammenarbeit wird in interdisziplinären (crossfunktionalen) Teams unter Leitung durch einen [Produktmanager, D.K.] abgewickelt [10].

Neben Modultermenen enthalten die Fahrzeugentwicklungsprojekte Termine von Komponenten. *Komponenten* haben keine standardisierten Schnittstellen und sind nicht für den modularen Gebrauch ausgelegt. Sie sind maximal innerhalb eines Fahrzeugsegments applizierbar. Komponenten werden durch das Fahrzeug-Projektteam in einer „frühen Phase“ geplant und überwacht (Regelkreise der Fahrzeugentwicklungsprojekte  $A_1, \dots, A_n$ ).

### 3 Prozesse und Objekte des Terminmanagements

Die in Kapitel 2 durch eine kybernetische Sicht aufgezeigte Analyse des Multiprojektmanagements von Fahrzeugentwicklungsprojekten ist bedeutsam für die Entwicklung eines geeigneten Informationssystems für das Terminmanagement. Nachfolgend wird ein Modell von den zuvor eingeführten Regelkreisen abgeleitet, um die Planungs- und Entscheidungsobjekte der jeweiligen Ebenen und ihre Wechselbeziehungen hinsichtlich des Terminmanagement zu strukturieren.

Das Modell untergliedert sich in einen inhaltlichen Teil und einen Teil, in denen die generischen Objekte des Terminmanagements enthalten sind (Bild 4). Der inhaltliche Teil beinhaltet die Portfolio-Ebene (Prozess-Sicht) mit den Cycle-Plänen für Fahrzeugentwicklungsprojekte sowie für die Entwicklung von Modulen (Objekt Sicht). In der Prozess-Sicht wird das Projekt übergreifend prozesstechnisch betrachtet, in der Objekt-Sicht werden einzelne Module und Komponenten geplant. Auf der inhaltlichen Ebene werden darüber hinaus Portfolio- und Programmübersichten (Prozess-Sicht) und Modulübersichten als Berichte bzw. in definierten Ausgabeformaten generiert.



**Bild 4: Modell zum Terminmanagement**

Auf Ebene der Programme und Einzelprojekte, welche die Ebenen 2 und 3 unseres Regelkreismodells vereint, sind die Meilensteinpläne, Masterterminpläne, Divisionspläne für die Prozess-Sicht und die Modul-/Komponentenpläne für die Objekt-Sicht angeordnet. Es gibt

noch diverse weitere Pläne, die dieser Ebene zugeordnet werden können und von Bedeutung sind, aber im Rahmen dieses Artikels nicht weiter erläutert werden sollen. Eine Beschreibung der genannten Pläne erfolgt im nachfolgenden Abschnitt. Im Berichtswesen besitzt die grafische Aufbereitung von Terminplänen, insbesondere im Multiprojektmanagement, eine hohe Bedeutung, da die Unternehmens-Vorgaben zum Corporate Design eingehalten werden müssen und das Management sich anhand von Terminplänen über die jeweiligen Projekte schnell einen Überblick verschaffen muss. Das *Corporate Design* soll das Unternehmen als Einheit erscheinen lassen, besonders durch formale Gestaltungskonstanten, wie z.B. Firmenzeichen (Logo), Dokumentenaufbau, Schriftarten, Schriftgrößen, etc. [7]. Zur Darstellung der PEP-Meilensteine bzw. Quality-Gates über die Projektlaufzeit wird das Meilenstein-Trend-Diagramm genutzt. Auf die Beschreibung der Notation des Diagramms soll hier verzichtet werden und es wird auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen [4, 9, 13].

Modul- und Komponentenpläne sind der Einzelprojekt- und Programmebene zugewiesen. In den Plänen erfolgt die Ausplanung der Termine zumeist in Form von Meilensteinen. Modul- und Komponentenpläne werden überwiegend zusammen mit Lieferanten und auf SET-Ebene erarbeitet, weshalb an dieser Stelle auch der Anbindung von Lieferanten bzw. der unternehmensübergreifenden Vernetzung eine entscheidende Bedeutung zukommt (mehr dazu im Ausblick in Kapitel 4). Die in Bild 4 aufgezeigte Vernetzung über die Sichten und Ebenen soll aber auch die unternehmensinterne Vernetzung durch planinterne und planübergreifende Verknüpfungsprimitiven visualisieren. Die *planinternen Verknüpfungsprimitiven* sind die aus der Netzplantechnik bekannten Anordnungs-beziehungen, um Aktivitäten und Meilensteine in eine sachlogische Reihenfolge zu bringen. Die *planübergreifenden Verknüpfungsprimitiven* werden in Abschnitt 3.3 erläutert.

Der generische Bereich mit den Objekten unterteilt sich in die Plandarstellungs- und Plan-elementebene. In Ersterer können Pläne als Gantt-Chart, Netzplan oder Tabelle dargestellt werden. Nach CORSTEN wird unter einen *Gantt-Chart* ein Instrument zur Visualisierung einer Vorgangsabfolge entlang einer Zeitleiste verstanden, welches den zeitlichen Fortschritt eines Projektes widerspiegelt [5]. Ein *Netzplan* zeigt nach DIN 69900 einen Projektablauf mittels Knoten auf, die durch Pfeile miteinander verbunden werden [6]. Die *Tabellarische Darstellung* der Projekttermine zeigt die Vorgänge und Meilensteine mit ihren Anfangs- und Endterminen. Fahrzeugentwicklungsprojekte werden in der Automobilindustrie gewöhnlich als Gantt-Chart abgebildet.

Im Terminmanagement werden auf Planelementebene die bekannten Primitiven wie Ereignisse, Vorgänge und Verknüpfungen eingesetzt. Die Ereignisse sind jedoch speziell ausgeprägt und werden als PEP-Meilensteine bzw. Quality-Gates, Synchronisationsmeilensteine oder (Unter-) Meilensteine bezeichnet. *PEP-Meilensteine* sind im Rahmen des Berichtswesens im Multiprojektmanagement von Bedeutung, da die Projekte zu diesen Meilensteinen im Allgemeinen dem Portfolio Board berichten müssen, um beispielsweise die Genehmigung für die nächste Projektphase zu erhalten. *Synchronisationsmeilensteine* dienen zur [unternehmensübergreifenden, D.K.] Synchronisation von zwei Planungspartnern, an denen Entwicklungsstände/Reifegrade überprüft werden und ein formalisierter Informationsaustausch stattfindet [3]. Ein *Meilenstein* kann als ein definiertes Sachereignis (Meilenstein-Inhalt) gekoppelt mit einem Fertigstellungstermin (Meilenstein-Termin) verstanden werden [12].

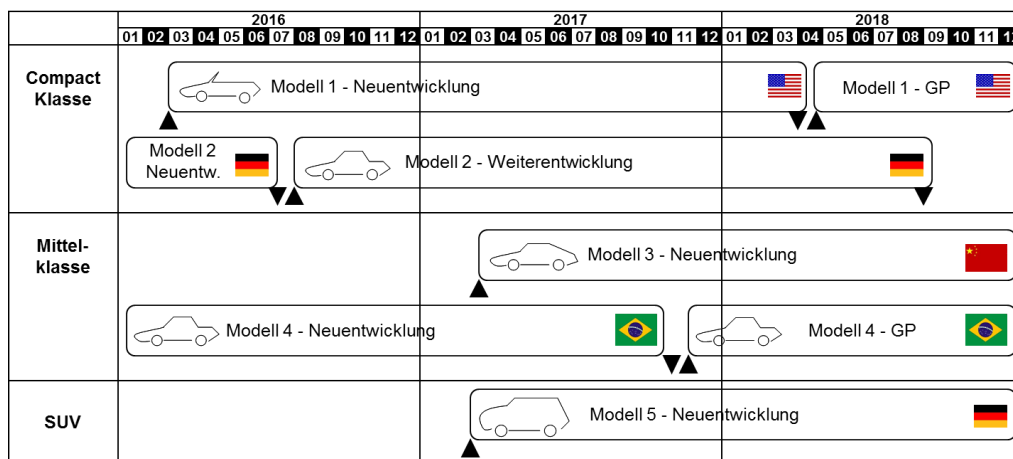
Hinsichtlich des Sachereignisbezugs muss die Definition also dahingehend erfolgen, dass eine wirkungsvolle Erfolgskontrolle möglich ist [11].

Unter einem *Vorgang* soll hier ein Zeit erforderndes Geschehen mit definiertem Anfang und Ende verstanden werden. Im Vorgang werden im Allgemeinen Arbeitskräfte und Nutzungsgüter eingesetzt, Verbrauchsgüter benötigt und es entstehen Kosten [6, 14]. Vorgänge werden auch als „Tätigkeiten“ oder „Aktivitäten“ bezeichnet. Ein Vorgang ist durch eine bestimmte Dauer gekennzeichnet die benötigt wird, um den Vorgang auszuführen [2].

Unter der *Verknüpfung* sollen hier planinterne Verknüpfungstypen sowie die planübergreifenden Verknüpfungsprimitiven (Abschnitt 3.3) subsumiert werden.

### 3.1 Portfolio-Ebene

Eine langfristige terminliche Planung von Fahrzeugentwicklungsprojekten besitzt eine strategische Bedeutung und dies wird im Cycle-Plan dokumentiert. Globale Marktentwicklungen, gesetzliche Bestimmungen und die Unternehmensstrategie werden im Planungsprozess berücksichtigt. In einer frühen Phase sind die Vorhaben noch nicht durch das Portfolio-Board genehmigt. Diese Phase wird durch ein Portfolio-Planungsteam verantwortet. Das Team beurteilt, ob das Fahrzeug eine *Produktaufwertung* (Modellpflege, Facelift) erhält oder ob das Fahrzeug weiterentwickelt oder eine komplett neue Generation aufgebaut wird. Im Cycle-Plan werden potentielle Fahrzeugentwicklungsprojekte nach Segmenten gruppiert und nach Art der *Produktaufwertung*, dem vorgesehenen Markt sowie der geplanten Karosserieform entlang einer Zeitleiste dargestellt. Eine Vernetzung spielt hier nur eine untergeordnete Rolle.



**Bild 5: Cycle-Plan**

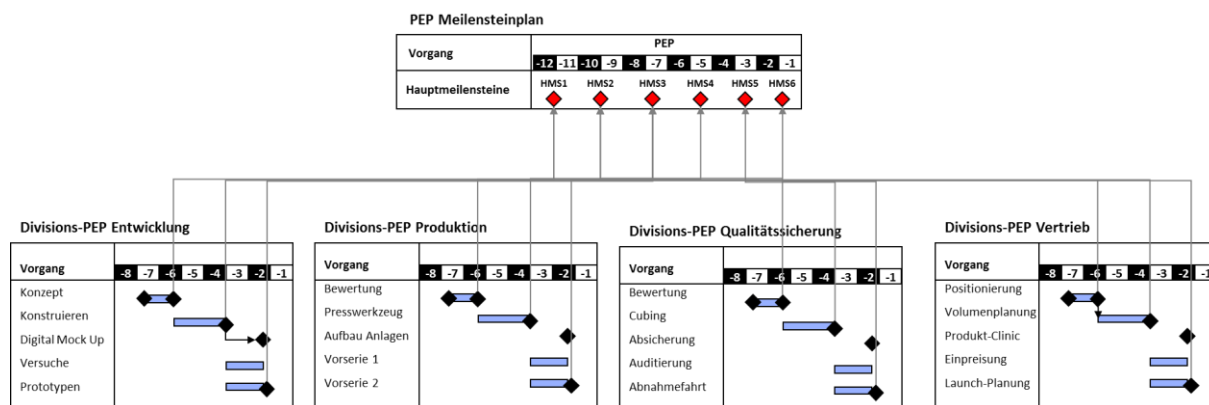
Neben den beschriebenen planerischen Aktivitäten nimmt das Portfolio-Board auch eine steuernde Funktion für bereits genehmigte Projekte ein. Das Berichtswesen im Terminmanagement ist hier entscheidend, da dem Portfolio-Board entsprechende Übersichten, grafisch aufbereitete Pläne, Diagramme und Vergleiche zur Verfügung gestellt werden.

Die oben beschriebene strategische Planung und Steuerung wird im Allgemeinen durch eine objektorientierte Planung (Module) ergänzt. Eine Beschreibung soll in diesem Artikel nicht weiter erfolgen, jedoch wird die objektorientierte Planung auf Einzel- bzw. Programmebene im zweiten Teil des nachfolgenden Kapitels näher erläutert.

### 3.2 Einzelprojekt-/ Programmebene

Mit der Einführung von Simultaneous Engineering in der Automobilindustrie in den 90er Jahren wurde eine gemeinsame Zustimmung aller Divisionen für einen standardisierten Produktentstehungsprozess (PEP) wichtig. Die frühe Einbindung von Mitarbeitern der Divisionen in die Produktentwicklung erforderte Regularien die aufzeigten, welche Division für Arbeitspakete verantwortlich ist und wann die Ergebnisse zu erreichen sind. Folglich wurde ein von allen Divisionen getragener Produktentwicklungsprozess erarbeitet, der auf die einzelnen Divisionen heruntergebrochen werden konnte.

Die auf dem PEP basierenden Terminpläne von Fahrzeugentwicklungsprojekten erfordern die Einführung einer *dezentralisierten Planungsmethodik*. Danach hat jede Division einen eigenen Terminplan, der mit den Meilensteinen des PEP Meilensteinplans verknüpft ist (Bild 6). Dennoch muss es eine zentrale Instanz geben, die alle Terminpläne synchronisiert. Hier nimmt das Produktmanagement eine wichtige Rolle ein, da sie für den „zentralen“ PEP-Meilensteinplan verantwortlich zeichnet.

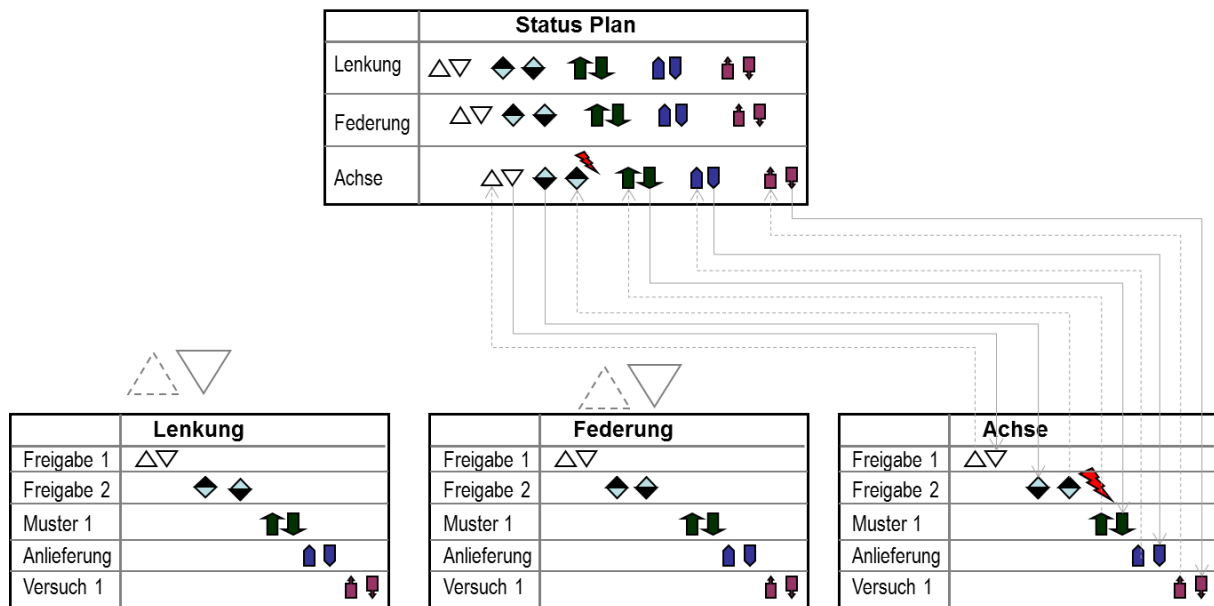


**Bild 6: Dezentralisierte Planungsmethode**

Die Synchronisation der relevanten Projektterminpläne erfolgt durch Verwendung von *planübergreifenden Vernetzungsprimitiven*. Aufgrund des generischen Charakters des PEP müssen die standardisierten Terminpläne noch an die projektspezifischen Gegebenheiten angepasst werden. Hierzu wird der PEP-Meilensteinplan durch das Produktmanagement aktualisiert. Eine Überarbeitung des Meilensteinplans wirkt sich durch die planübergreifende Vernetzung auf die Divisions-Terminpläne aus und erfordert geeignete Reaktionen durch die Planungsbeteiligten.

Der *Masterplan* (auch *Master-Time-Table* oder *Rahmenterminplan* genannt) ist für das Berichtswesen an die Programm- und Portfolio-Ausschüsse sowie für das Management der Divisionen in unserem Regelkreismodell relevant. Der Masterplan enthält alle Aktivitäten und Meilensteine, die für die Steuerung des Gesamtprojektes erforderlich sind.

Der *Modul- bzw. Komponenten-Terminplan* (nachfolgend nur als Modulplan bezeichnet) enthält solche Ereignisse, die für die Absicherung der Produktintegration und -reife erforderlich sind, wie beispielsweise Meilensteine für den Bau von Prototypen.



**Bild 7: Objektorientiertes Planen**

Im *Statusplan* setzt das Projektteam die Zieltermine für die jeweiligen Module, die dann in die *Modul-Terminpläne* nach dem Top-Down Prinzip übertragen werden (Dreiecke bzw. Pfeile mit der Spitze nach unten). Das Informationssystem muss über geeignete *planübergreifende Verknüpfungsfunktionalitäten* verfügen, damit die Terminpläne gemäß einer definierten Methodik aktualisiert werden. Die Ist-Daten werden in die Modul-Terminpläne durch das SET eingepflegt. Terminkonflikte werden im Plan visualisiert, wenn ein Ist-Termin hinter dem Zieltermin liegt (Blitzsymbol). Die Ist-Daten werden nach dem Bottom-Up Prinzip in den Statusplan übertragen (gestrichelte Dreiecke bzw. Pfeile mit der Spitze nach oben).

### 3.3 Planübergreifende Verknüpfungsp primitiven

Im vorhergehenden Abschnitt wurde die Zerlegung des Masterplans in dezentralisierte Terminpläne unter Nutzung von planübergreifenden Verknüpfungsp primitiven aufgezeigt. Diese Primitiven sollen in diesem Abschnitt näher beschrieben werden.

*Planübergreifende Anordnungsbeziehungen (PAOB)* sind den Anordnungsbeziehungen ähnlich, die Aktivitäten innerhalb eines Plans verknüpfen. PAOBs verknüpfen in derselben Weise nur planübergreifend. Der Eigentümer des Zielplans initiiert die Verbindung vom Quell- zum eigenen Zielterminplan. Die Durchführung des planübergreifenden Verknüpfens erfolgt daher nach dem *Pull-Prinzip*. Eine Aktivität im Ziel-Terminplan, die mit einer Aktivität im Quell-Terminplan verbunden ist, verhält sich bei Terminverschiebungen der Quellplan-Aktivität wie ein *gesetzter Termin*, d.h. dieser wird nicht automatisch mit verschoben (*Eigentümer-Prinzip*). Dieses Prinzip stellt sicher, dass Planinhalte grundsätzlich nur durch den Planeigentümer geändert werden können.

Bei der *Vorgangsspiegelung* wird eine Aktivität in denselben oder einen anderen Plan kopiert, wobei die Referenz zum Original beibehalten wird. Die gespiegelte Aktivität kann mit anderen Aktivitäten verknüpft werden. Die Verknüpfungsp primitive wird durch den Eigentümer des Zielplans angestoßen und funktioniert daher ebenfalls nach dem *Pull-Prinzip*. Die Referenz kann die Aktivitäten lose koppeln oder starr verbinden. Bei einer *losen Kopplung* wird



bei der Terminverschiebung einer Aktivität im Quellplan keine Terminaktualisierung im Zielplan vorgenommen. Die Asynchronität wird dem Anwender jedoch angezeigt und er kann die aktuellen Termine übernehmen. Die starre Kopplung bildet die Ausnahme zum *Eigentümerprinzip*, da durch die Terminaktualisierung der Zielplan umgehend neu durchgerechnet wird.

Die *Vorgangsübergabe* komplettiert die planübergreifenden Verknüpfungsp primitiven. Im Gegensatz zur PAOB und Vorgangsspiegelung erfolgt die Vorgangsübergabe nach dem *Push-Prinzip*. Hiernach wird der Vorgang übergeben, indem der Planeigentümer des Quellplans die Aktivität in den Zielplan, vorbehaltlich der Einwilligung durch den Zielplan-Eigentümer, einfügt. Die Aktivität verbleibt im Zielplan nur dann, wenn der Planeigentümer zustimmt (so genannter *Handshake*). Darüber hinaus kann er die Termine ändern oder ablehnen. In beiden Fällen kommt kein *Handshake* zustande und der Eigentümer des Quellplans wird darüber entsprechend benachrichtigt.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Terminmanagement von Fahrzeugentwicklungsprojekten in der Multiprojekt-Umgebung eines OEMs wurde anhand eines Regelkreismodells vorgestellt. Der Input für das Modell ist die Unternehmensstrategie, die durch den Portfolio-Ausschuss in die Programme, Projekte und SETs heruntergebrochen wird. Über Regelgrößen wurden die Ist-Termine an die Regler zurück gemeldet, was ein effektives Multiprojektmanagement ermöglicht. Über Stellgrößen können die Projekte bzw. kann die Projektlandschaft gesteuert werden.

Auf Basis dieser kybernetischen Sicht wurde ein Modell zum Terminmanagement entwickelt, das die Planungs- und Entscheidungsobjekte sowie ihre Interaktion strukturiert. Dabei zeigte sich, dass die betrachteten Objekte auf die Ebene der Planprimitiven wie Aktivitäten, Ereignisse und Verknüpfungen zurückgeführt werden können. Auf dieser Ebene wurden auch die planübergreifenden Verknüpfungsp primitiven definiert.

Als Ausblick soll die im ProSTEP iViP Verein erarbeitete Lösung „*Collaborative Project Management (CPM)*“ für einen unternehmensübergreifenden Termindatenaustausch in der Automobilindustrie angeführt werden. Sie basiert auf der Verknüpfungsp primitive der Vorgangsübergabe und stellt ein Datenaustauschmodell sowie eine Planungsmethode zur Verfügung. Eine Implementierung dieser Lösung durch die Systemhäuser von PMS steht bis dato jedoch noch aus. An dieser Stelle wird auf einen entsprechenden Artikel zum *Collaborative Project Management* des letzten MKWI in Göttingen verwiesen [1]. Die hier beschriebenen Forschungsarbeiten stellen die Grundlage dafür dar.

Weiterhin ist ein Referenzmodell zum Terminmanagement in der Automobilindustrie noch nicht verfügbar und erfordert weiteren Forschungsbedarf. Ein solches Modell wäre eine große Unterstützung, um ein Benchmarking von PMS zu ermöglichen und um Defizite in den entsprechenden Unternehmensprozessen zu identifizieren.

## 5 Literatur

- [1] Bartlog, H.; Boy, J. (2010): Collaborative Project Management (CPM), Ein offener Standard zur unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit, in: Schumann, M., Kolbe, L.-M.: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010, Universitätsverlag Göttingen.
- [2] Bea, F.-X.; Scheurer, S. (2008): Projektmanagement, Lucius & Lucius.
- [3] Bullinger, H.-J. (2003): Automobilentwicklung in Deutschland – wie sicher in die Zukunft, Fraunhofer IRB Verlag.
- [4] Burghardt, M. (2008): Projektmanagement – Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten, Publicis Corporate Publishing.
- [5] Corsten, H. (2000): Projektmanagement - Einführung, Oldenbourg Verlag.
- [6] DIN 69900 (2009): Projektmanagement - Netzplantechnik, Beschreibungen und Begriffe, Beuth Verlag.
- [7] Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Corporate Design, online im Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/81823/corporate-design-v5.html>. Abgerufen am 16.10.2010.
- [8] Gusig, L.-O.; Kruse, A. (2010): Fahrzeugentwicklung im Automobilbau: Aktuelle Werkzeuge für den Praxiseinsatz, Hanser.
- [9] Hab, G.; Wagner, R. (2010): Projektmanagement in der Automobilindustrie – Effizientes Management von Fahrzeugprojekten entlang der Wertschöpfungskette, Gabler-Verlag.
- [10] Lincke, W. (1995): Simultaneous Engineering, Neue Wege zu überlegenen Produkten, Hanser.
- [11] Madauss, B.-J. (2000): Handbuch Projektmanagement, Handlungsanleitungen für Industriebetriebe, Unternehmensberater und Behörden, Schäffer-Poeschel Verlag.
- [12] Platz, J.; Schmelzer, H.-J. (1986): Projektmanagement in der industriellen Forschung und Entwicklung, Einführung anhand von Beispielen aus der Informationstechnik, Springer Verlag.
- [13] Schuh, G.; Stölzle, W.; Straub, F. (2008): Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen, Springer-Verlag.
- [14] Schwarze, J. (1979): Planung, Steuerung und Überwachung von Terminen und Einsatzmitteln, S. 198, in: Saynisch, M.: Projektmanagement, Oldenbourg Verlag.
- [15] Turner, J.-R. (1999): The Handbook of Project-Based Management: Improving the Processes for Achieving Strategic Objectives, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill.
- [16] Volkswagen AG, Wolfsburg (2010): [http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/info\\_center/de/talks\\_and\\_presentations/2009/03](http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/info_center/de/talks_and_presentations/2009/03). Abgerufen am 03.12.2010.
- [17] Wheelwright, S.-C.; Clark, K.B. (1993): The Product Development Challenge: Competing Through Speed, Quality, and Creativity, NZZ.

# **Die Geschlechter im E-Commerce – Eine empirische Studie über das (Such-) Verhalten und das Erleben von Emotionen am Beispiel der Produktkonfiguration**

**Markus Weinmann**

TU Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Informationsmanagement,  
38106 Braunschweig, E-Mail: markus.weinmann@tu-braunschweig.de

**Susanne Robra-Bissantz**

TU Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Informationsmanagement,  
38106 Braunschweig, E-Mail: s.robra-bissantz@tu-braunschweig.de

## **Abstract**

Studien zu geschlechterspezifischem Verhalten in realen Shop-Umgebungen kommen zum Ergebnis, dass Frauen gerne und lange einkaufen, während Männer dabei eher negative Emotionen verspüren. Auf Basis der „Selectivity Model“-Theorie, die besagt, dass Frauen umfassende Informationssammlerinnen („comprehensive processors“) und Männer heuristische Informationssammler („selective processors“) sind, hypothesieren wir, dass – analog zum Offline-Kaufverhalten – Frauen auch in Online-Shopping-Umgebungen umfangreicher Informationen sammeln, während Männer eher Negativ-Emotionen verspüren. Unsere Ergebnisse zeigen, dass gegensätzlich zum Offline-Shopping Männer in einer virtuellen Shopping-Umgebung umfangreicher Informationen sammeln als Frauen. Hingegen konsistent mit unserer Hypothese ist, dass Männer eher Negativ-Emotionen erleben.

## **1 Einleitung**

Das Konzept der Marktsegmentierung (oft wird auch Kundensegmentierung als Synonym verwendet) wurde bereits 1956 von Smith als „adjustment of products and marketing effort to (differences in) consumer or user requirements“ definiert [37]. Kunden werden aufgrund unterschiedlicher Verhaltensdaten in verschiedene Segmente unterteilt, die dann wiederum mit deskriptiven Kundencharakteristika wie Alter oder Geschlecht assoziiert werden [2]. Auf dieser Basis können Kunden maßgeschneiderte Angebote unterbreitet werden [9].

Eine weit verbreitete Segmentierungsvariante ist die nach dem Geschlecht. In einer realen Shop-Umgebung ist dieses offensichtlich, wodurch das Angebot relativ einfach an eine Zielgruppe angepasst werden kann. Eine Segmentierung nach Geschlecht im E-Commerce

erscheint schwieriger. Um das E-Commerce-Angebot bei nicht registrierten Kunden trotzdem geschlechtsspezifisch anpassen zu können, müssten E-Commerce-Anbieter das Geschlecht erfragen, was häufig aus Rücksicht auf den Datenschutz (vor der Tötigung eines Einkaufs) nicht gemacht wird. Im Gegensatz zu Offline-Anbietern, stehen Online-Anbietern allerdings eine Vielzahl an Verhaltensdaten in Form von Klick-Daten zur Verfügung. So können Online-Anbieter indirekt auf Basis von Verhaltensdaten auf einige Nutzer-Charakteristika schließen. Eine häufig verwendete Metrik ist die Länge des Klick-Pfades, der sich aus der Anzahl besuchter Seiten zusammensetzt.

Viele Arbeiten beschäftigen sich mit der Segmentierung von Klick-Daten. So analysieren z.B. Montgomery et al. (2004) das Klick-Verhalten von Nutzern, um Klick-Pfade zu prognostizieren [28]. Moe und Fader (2004) nutzen Klick-Daten, um das Besucherverhalten der Nutzer zu analysieren und um daraus Implikationen zur Optimierung der Conversion Rate von Websites abzuleiten [27]. Huang und Mieghem (2011) haben in ihre Studie Klick-Daten und die tatsächlichen Offline-Einkaufsdaten verglichen [16]. Eine weitere Studie wurde von Wen und Peng (2002) durchgeführt, die Klick-Daten in Hinblick auf Persönlichkeitsmerkmale (wie z.B. aggressiv oder gelöst) untersuchten [39]. Klick-Daten werden für eine Vielzahl verschiedener Auswertungen herangezogen. Eine genauere Assoziation zwischen Klick-Verhalten und deskriptiven Kundendaten in Hinblick auf das Geschlecht hat im E-Commerce bislang noch nicht stattgefunden.

Ein Ziel dieser Studie ist daher, den Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem (Such-) Verhalten auf Klick-Pfad-Basis zu analysieren. Klick-Pfade sind in diesem Zusammenhang die Summe der besuchten Webseiten. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor beim Shopping sind die Emotionen der Nutzer, denn diese beeinflussen oft das Shopping-Verhalten nachhaltig [22]. Daher werden wir neben dem geschlechterspezifischen Verhalten auch Emotionen in dieser Untersuchung berücksichtigen.

## 2 Theoretischer Hintergrund und Hypothesen

### Der Einfluss des Geschlechts auf das (Such-) Verhalten im E-Commerce

*Offline Kaufverhalten.* Untersuchungen zum „klassischen Offline-Kaufverhalten“ haben ergeben, dass Frauen gerne einkaufen und „Shopping“ als eine Art Genugtuung empfinden, wohingegen Männer einen Einkauf eher als „Pflicht“ wahrnehmen [6]. Männer investieren daher ein Minimum an Aufwand, indem sie unter anderem Heuristiken anwenden, um die Entscheidungsauswahl zu reduzieren [21]. Barletta (2006) fasst die Thematik mit dem Zitat „Men are buyers, women are shoppers“ zusammen und wurde durch eine Studie der Wharton Business School bestätigt [3],[40]. Als Erklärungsansatz für dieses Suchverhalten wird in der Literatur häufig die „Selectivity Model“-Theorie zitiert [24],[25],[26]. Demnach unterscheiden sich die Geschlechter beim Suchverhalten. Männer werden als „selective processors“ beschrieben, Frauen hingegen als „comprehensive processors“. Frauen bevorzugen es nach dieser Theorie möglichst alle verfügbaren Informationen zu nutzen, während Männer sich darauf beschränken, Informationen heuristisch zu erarbeiten.

*Online Kaufverhalten.* Zum geschlechterspezifischen Kaufverhalten im Internet wurden bislang zahlreiche Studien veröffentlicht. Eine Übersicht bieten unter anderem Seock und Bailey (2008) sowie Sebastianelli et al. (2008) [36],[35]. Hassan (2010) sowie Kempe (2011)

kommen zu dem Ergebnis, dass Männer häufiger online einkaufen als Frauen [14],[18]. Aus weiteren geschlechterspezifischen Untersuchungen zur Nutzung von E-Commerce-Angeboten geht hervor, dass Frauen mit diesen unzufriedener sind als Männer [10],[32] und diese zudem als risikoreicher empfinden [18]. Jackson et al. (2001) oder auch Rudolph und Schröder (2004) untersuchten die Vorlieben der Geschlechter in Hinblick auf die Internetnutzung [17],[33]. Sie fanden heraus, dass Frauen das Internet gerne nutzen, um zu kommunizieren, während Männer häufiger Suchanfragen stellen. In der Literatur wird dies mit dem unterschiedlichen Sozialverhalten von Männern und Frauen begründet. Nach Carlson (1971) beziehen sich die Motive von Männern auf Erfolg, Leistung und Zielerreichung; Frauen hingegen bevorzugen den interpersonellen Austausch [7]. Die Untersuchungen von Venkatesh und Morris (2000) belegen, dass Männer gerne Aufgaben erledigen, die leistungsorientierte und individuelle Herausforderungen darstellen [38]. Frauen dagegen verfolgen weniger „Ziele“, vielmehr sind sie an Gemeinschaft interessiert [4]. Diese Erkenntnisse haben nach Meyer-Levy (1989) auch Auswirkung auf die geschlechterspezifische Informationsverarbeitung [24]. Frauen wären demnach eher bereit zur Interaktion mit anderen; Männer suchen Informationen zur Zielerreichung („selective processors“).

Bisherigen Untersuchungen zu dem Thema liegt meist ein exploratorisch-deskriptives Untersuchungsdesign (empirische Befragungsmethode) zugrunde (z.B [1],[18]). Park et al. (2009) untersuchten den Zusammenhang zwischen Geschlecht und Klick-Pfad unter Anwendung deskriptiver Statistik (Häufigkeitsanalyse), wobei sich die Mittelwerte von Frauen und Männern bzgl. der Anzahl besuchter Seiten signifikant unterschieden [30]. Eine Untersuchung des Verhaltens der Geschlechter im E-Commerce mit Hilfe statistischer (Prognose-) Methoden auf Basis eines experimentellen Untersuchungsdesigns gibt es bis hier hin noch nicht. Die theoretischen Überlegungen legen die Vermutung nahe, dass nicht nur im Offline-Shopping geschlechterspezifische Unterschiede vorliegen, sondern auch im Online-Shopping:

*H1: Die Geschlechter können anhand ihrer Klick-Pfade im E-Commerce signifikant voneinander unterschieden werden.*

Analog zum Offline-Kaufverhalten gehen wir davon aus, dass Frauen als „comprehensive processors“ sich umfangreicher informieren, bevor sie ein Produkt kaufen. Bei Männern („selective processors“) gehen wir davon aus, dass sie auch im Web Heuristiken anwenden, um den Lösungsraum einzuschränken. Vor dem Hintergrund der skizzierten theoretischen Überlegungen stellen wir die Hypothese auf, dass die Informationssuche im E-Commerce bei Frauen umfangreicher ausfällt als bei Männern, was sich nach Park et al. (2009) durch einen längeren Klick-Pfad ausdrückt [30]:

*H2: Weibliche Probanden haben längere Klick-Pfade im E-Commerce als Männer.*

### **Der Einfluss des Geschlechts auf die Emotionen im E-Commerce**

Frauen gelten häufig als emotionaler im Vergleich zu Männern [19]. Gemeint ist allerdings meist nur die Dimension der Expressivität („Expression“). In der Literatur kann dies auch bestätigt werden: Betrachtet man allerdings das Erleben („Experience“) von Emotionen in Hinblick auf Quantität (Arousal), unterscheiden sich die Geschlechter kaum. In der Qualität (Valenz) unterscheiden sich wiederum die Geschlechter: Frauen erleben „leichte“ Emotionen (z.B. Traurigkeit) intensiver, Männer hingegen „starke“ Emotionen wie z.B. Ärger [11],[12]. Auf der anderen Seite sind es Frauen, die häufiger lächeln (positive Emotionen)

[4],[5],[15],[19]. Dies wird in der Literatur als Hinweis gedeutet, dass Frauen eher bzw. mehr positivere Emotionen empfinden als Männer [5]. Beim klassischen Shopping sind es vor allem Männer, die Negativ-Emotionen empfinden [1],[18].

Für E-Commerce-Anbieter sind vor allem negative Emotionen interessant. Denn sind diese bekannt, kann proaktiv in den Shopping-Prozess eingegriffen werden, um einem Kaufabbruch vorzeitig entgegen wirken zu können. Mau (2009) hat in seiner Dissertation bereits „Die Bedeutung von Emotionen beim Besuch von Online-Shops“ untersucht. Hierfür hat er eigens das „Deutsche Inventar zur Messung kaufbegleitender Emotionen“ (D-IKE) entwickelt [23]. Als Negativ-Emotionen im E-Commerce hat er Überraschung, Angst, Hilflosigkeit, Enttäuschung, Ärger, Stress und Zweifel identifiziert. Auf Basis der Literatur stellen wir die Hypothese auf, dass Männer diejenigen sind, die Negativ-Emotionen im E-Commerce-Umfeld intensiver erleben als Frauen. Vor allem „starke“ Emotionen, wie z.B. Ärger, erleben Männer intensiver.

*H3: Männliche Probanden erleben die Emotion **Überraschung** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

*H4: Männliche Probanden erleben die Emotion **Angst** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

*H5: Männliche Probanden erleben die Emotion **Hilflosigkeit** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

*H6: Männliche Probanden erleben die Emotion **Enttäuschung** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

*H7: Männliche Probanden erleben die Emotion **Ärger** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

*H8: Männliche Probanden erleben die Emotion **Stress** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

*H9: Männliche Probanden erleben die Emotion **Zweifel** im E-Commerce intensiver als Frauen.*

### 3 Empirische Untersuchung

#### 3.1 Untersuchungsdesign & Teilnehmer

Als Forschungsdesign wurde ein randomisiertes Labor-Experiment verwendet, wobei es sich bei der Zufallsvariable um das Geschlecht handelte. Das Experiment fand im Zeitraum vom 11. Februar bis 8. März 2011 statt. Pro Testperson wurden ca. 45 Minuten benötigt. Zunächst wurden deskriptive Daten abgefragt, dann sollten die Probanden ein Auto auf [www.volkswagen.de](http://www.volkswagen.de) konfigurieren. Abschließend wurden die Probanden zu ihren Emotionen befragt. Insgesamt nahmen 63 Probanden teil.

Es ergab sich ein Durchschnittsalter von 30,5 Jahren. Der Geschlechteranteil war fast ausgeglichen (47,6 % Frauen). Das Automobilinteresse lag auf einer Skala von 1 (sehr geringes Interesse) bis 6 (sehr großes Interesse) bei 2,9. Die Internetnutzung belief sich auf durchschnittlich 4,5 Stunden pro Tag und ungefähr zwei Drittel der Probanden haben angegeben, schon Erfahrungen mit Produktkonfiguratoren im Internet gemacht zu haben (71,4 %).

#### 3.2 Untersuchungsobjekt & Aufgaben

##### Untersuchungsobjekt

Als Untersuchungsobjekt diente der deutschsprachige Produkt-Konfigurator von Volkswagen ([www.volkswagen.de](http://www.volkswagen.de)). Reichwald und Piller (2009) bezeichnen die Produktkonfiguration (User Design, Co-Design) als „die gemeinsame Definition von Produkten und Leistungen in

einem Interaktionsprozess mit dem Kunden" [31]. Produktkonfiguratoren (Toolkits for User Design) sind in diesem Zusammenhang „Designwerkzeuge, mit deren Einsatz die Entwicklung bzw. das Design von Produkten systematisch auf den einzelnen Kunden ausgelagert werden kann“ [13],[34]. Da in dieser Untersuchung Klick-Pfade untersucht werden, wurde bei der Auswahl des Untersuchungsobjektes darauf geachtet, ein System zu verwenden, dass eine hohe Interaktivität zwischen System und Nutzer fordert, um somit viele Klick-Daten erheben zu können.

## Aufgaben

In einem Testlabor wurden die Probanden mit einem Szenario konfrontiert. Ziel war es, die Probanden in eine realistische Situation zu versetzen. Dazu wurde den Probanden eine Hauptaufgabe („Autokonfiguration mit Budgetgrenze“) gestellt. Um die Probanden während des gesamten Konfigurationsprozesses dauerhaft kognitiv zu beanspruchen, wurde die Hauptaufgabe durch eine Nebenaufgabe ergänzt („Sie sind Skifahrer“):

*Ihnen stehen max. 30.000 Euro zur Verfügung. Ihre Aufgabe ist es, mit Hilfe des Volkswagen-Konfigurators ein Auto nach Ihren Bedürfnissen zu konfigurieren. Beachten Sie: Sie sind ein leidenschaftlicher Skifahrer und wollen das Auto auch für Ihren Winterurlaub nutzen. Die Konfiguration müssen Sie eigenständig durchführen. Der Versuchsleiter darf Ihnen nicht helfen! Der Auftrag ist beendet, wenn Sie Ihrer Konfiguration nichts weiter hinzuzufügen haben oder die Konfiguration abbrechen wollen! Bitte geben Sie dann dem Versuchsleiter Bescheid!*

## 3.3 Gemessene Variablen

### Abhängige Variablen

*Pfadlänge.* Das (Such-) Verhalten wurde analog zu dem Vorgehen von Park et al. (2009) anhand der Länge des Klick-Pfades operationalisiert [30]. Ein Klick-Pfad ist die Summe der besuchten Seiten während des Experiments. Die Seitenwechsel wurden mit Hilfe der Usability Test-Software Morae 3 aufgezeichnet. Die IP-Adressen einer jeden Sitzung wurden gespeichert. Aus dem Web-Tracking-System von Volkswagen wurden diese Sessions extrahiert und mit den im Testlabor aufgenommenen Klick-Pfaden auf Konformität überprüft. Somit wurde gewährleistet, dass die im Testlabor aufgezeichneten Daten auch den „wirklichen“ Daten entsprachen.

*Emotionen.* Als Messinstrument für Emotionen diente das von Mau (2009) entwickelte D-IKE (Deutschsprachiges Inventar kaufbegleitender Emotionen) [23]. Auf einer Skala von 1 bis 6 sollten die Probanden retrospektiv mit Hilfe eines vom jeweiligen Experiment aufgezeichneten Screen-Videos ihre (Negativ-) Emotionen Überraschung, Angst, Hilflosigkeit, Enttäuschung, Ärger, Stress und Zweifel minutenweise bewerten. Dazu wurde das Video nach jeder Minute angehalten und der Proband jeweils nach seinem emotionalen Befinden in der dargestellten Situation befragt. Pro Proband ergaben sich dadurch ca. 10 Beobachtungen.

### Unabhängige Variablen

*Geschlecht.* Von jedem Probanden wurde das Geschlecht beobachtet und in eine Dummy-Variable gespeichert. Frauen wurden mit „1“, Männer mit „0“ operationalisiert.

## Kontrollvariablen

Um zu überprüfen, ob das Geschlecht tatsächlich einen (alleinigen) signifikanten Einfluss auf die abhängigen Variablen „Pfadlänge“ und die verschiedenen Emotionen hat, wurden folgende Kontrollvariablen berücksichtigt: Alter, Automobilinteresse, Interneterfahrung und Konfiguratorerfahrung, wobei Automobilinteresse auf einer Skala von 1 (=niedrig) bis 6 (=hoch), Konfiguratorerfahrung mit „1“ für „ja“ und „0“ für „nein“ sowie Interneterfahrung in Stunden pro Woche operationalisiert wurden.

### 3.4 Modellspezifikationen

Um die Hypothesen H1 und H2 zu testen, wird folgendes (multivariates) Regressionsmodell aufgestellt:

$$Pfadlänge = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (1)$$

Die Kontrollvariablen sind Alter, Automobilinteresse, Interneterfahrung und Konfiguratorerfahrung. Mit dem ersten Regressionsmodell wird der Einfluss des Geschlechts auf die Pfadlänge untersucht. Um die Hypothese H1 bestätigen zu können, muss der p-Wert von  $\beta$  signifikant sein. Für eine Annahme von H2 muss  $\beta$  sowohl signifikant als auch größer 0 sein.

Um die Hypothesen zum Einfluss des Geschlechts auf die erlebten Emotionen zu überprüfen (H3 bis H9), wird für jede Emotion ein gepooltes Regressionsmodell aufgestellt:

$$Überraschung = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (2)$$

$$Angst = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (3)$$

$$Hilflosigkeit = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (4)$$

$$Enttäuschung = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (5)$$

$$Ärger = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (6)$$

$$Stress = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (7)$$

$$Zweifel = \alpha + \beta \cdot Geschlecht + Controls + \varepsilon \quad (8)$$

Die Hypothesen H3 bis H9 können bestätigt werden, falls gilt:  $\beta < 0$ , da Männer mit „0“ und Frauen mit „1“ operationalisiert wurden. Auch bei diesen Regressionsmodellen werden Alter, Automobilinteresse, Interneterfahrung und Konfiguratorerfahrung als Kontrollvariablen berücksichtigt.

## 4 Ergebnisse

### Einfluss des Geschlechts auf die Pfadlänge

Zunächst werden die Mittelwerte der beiden Teilstichproben (Frauen/Männer) untersucht, wobei sich nur die Mittelwerte der Variablen „Pfadlänge“ signifikant voneinander unterscheiden (Tabelle 1).



Stichprobenmerkmal	Frauen	Männer	T-Wert
N	30	33	
Pfadlänge	25,43 (8,82)	34,09 (10,45)	3,54***
Mittel Alter	31,67 (12,08)	29,24 (10,08)	-0,87
Mittel Automobilinteresse	2,63 (1,29)	3,21 (1,69)	1,53
Mittel Interneterfahrung (h/Tag)	4,23 (2,91)	4,71 (2,51)	0,71
Anteil Konfiguratorerfahrung	0,63 (0,49)	0,79 (0,42)	1,34

\* p < 0,10; \*\* p < 0,05; \*\*\* p < 0,01; 2-seitiger Test.

**Tabelle 1: Mittelwertvergleich mit T-Test bei gleichstrukturierten Teilstichproben**

Um sowohl den Einfluss des Geschlechts auf die Pfadlänge (H1) sowie die Stärke dieses Effekts (H2) zu testen, werden des Weiteren zwei Regressionsmodelle aufgestellt: Modell (1) ohne Kontrollvariablen und Modell (2) mit Kontrollvariablen (Tabelle 2). Beide Modelle liefern für  $\beta$  sehr signifikante Ergebnisse ( $p < 0,01$ ), wenngleich der Effekt unter Berücksichtigung der Kontrollvariablen (Modell 2) etwas schwächer ausfällt. Die Kontrollvariablen haben ihrerseits keinen signifikanten Einfluss auf die Pfadlänge. Somit kann H1 bestätigt werden.

Um H2 bestätigen zu können, muss gelten:  $\frac{\text{Pfadlänge}}{\text{Geschlecht}} = \beta > 0$

(Frauen wurden mit „1“ operationalisiert). Da  $\beta$  jeweils bei zunehmender Pfadlänge negativ ausfällt, kann die Hypothese H2 (Frauen haben längere Klick-Pfade als Männer) *nicht* bestätigt werden.

Abhängige Variable: Pfadlänge

	(1)	(2)
Geschlecht	-8,66***	-8,02***
Alter	-	-0,10
Automobilinteresse	-	-0,30
Interneterfahrung	-	0,09
Konfiguratorerfahrung	-	3,38
Konstante	34,09	38,32
R <sup>2</sup>	0,17	0,21
Adjustiertes R <sup>2</sup>	0,16	0,14
N	63	63

\* p < 0,10; \*\* p < 0,05; \*\*\* p < 0,01; 1-seitiger Test.

**Tabelle 2: Einfluss des Geschlechts auf die Pfadlänge**

### Einfluss des Geschlechts auf die Emotionen

Für jede zu testende Emotion werden jeweils zwei gepoolte Regressionsmodelle aufgestellt; ein Modell ohne Kontrollvariablen und ein Modell mit Kontrollvariablen (Tabelle 3).

	Überraschung	Angst	Hilflosigkeit	Enttäuschung	Ärger	Stress	Zweifel
N	550	550	550	550	550	550	550
Modell 1 (ohne Kontrollvariablen)							
Geschlecht	-0,36***	-0,40***	-0,36***	-0,43***	-0,49***	-0,35***	-0,45***
Alter	-	-	-	-	-	-	-
Automobilinteresse	-	-	-	-	-	-	-
Internetserfahrung	-	-	-	-	-	-	-
Konfiguratorerfahrung	-	-	-	-	-	-	-
Konstante	2,08	1,64	2,41	2,08	2,10	2,11	2,03
R <sup>2</sup>	0,02	0,12	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03
Adjustiertes R <sup>2</sup>	0,02	0,12	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03
Modell 2 (mit Kontrollvariablen)							
Geschlecht	-0,28**	-0,39***	-0,34***	-0,38***	-0,45***	-0,34***	-0,44***
Alter	-0,02***	-0,01***	-0,02***	-0,01**	-0,01	-0,01**	-0,01**
Automobilinteresse	0,07*	0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	-0,06
Internetserfahrung	0,07***	0,01	0,07***	0,07***	0,07***	0,05**	0,01
Konfiguratorerfahrung	-0,10	-0,08	-0,37***	0,06	0,07	-0,05	0,16
Konstante	1,96	1,78	2,66	2,08	2,03	2,36	2,62
R <sup>2</sup>	0,07	0,16	0,08	0,08	0,08	0,06	0,05
Adjustiertes R <sup>2</sup>	0,06	0,15	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04

\* p < 0,10; \*\* p < 0,05; \*\*\* p < 0,01; 1-seitiger Test.

**Tabelle 3: Einfluss des Geschlechts auf die Emotionen**

In allen Regressionsmodellen, sowohl ohne Berücksichtigung der Kontrollvariablen (Modell 1) als auch unter Berücksichtigung der Kontrollvariablen (Modell 2), hat das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die jeweilige Emotion. Abgesehen von der Regression bzgl. der Emotion „Überraschung“ in Modell 2 sind alle zugehörigen p-Werte kleiner als 0,01; bei „Überraschung“ kleiner als 0,05. Da die Koeffizienten jeweils negativ sind, sind die Emotionen bei Männern also signifikant stärker ausgeprägt als bei Frauen. Dies ist konsistent zu den Hypothesen H3 bis H9. Der stärkste geschlechterspezifische Effekt kann bei der Emotion „Ärger“ beobachtet werden.

## 5 Diskussion

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Ziel dieser Studie war zu zeigen, dass das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf das (Such-) Verhalten im E-Commerce hat. Des Weiteren gingen wir davon aus, dass sich die Geschlechter im Hinblick auf das emotionale Erleben im E-Commerce unterscheiden.

Die Ergebnisse zeigen, dass es einen signifikanten Einfluss des Geschlechts auf den Klick-Pfad gibt. Männer suchen allerdings länger im E-Commerce als Frauen, was sich mit den theoretischen Überlegungen nicht deckt. Demnach hätten Frauen eigentlich länger im E-Commerce verweilen sollen. Eine Erklärung dafür könnte im Sozialverhalten der Geschlechter liegen. Die Studie der Wharton Business School („Men buy, Women shop“) zeigt, dass Frauen „Shopping“ als erlebnisorientiert und soziales Event sehen [40]. Sie

fragen gerne nach und lassen sich auch gerne beraten. Die Komponente der persönlichen Beratung fällt im E-Commerce häufig weg. E-Commerce-Anbieter sollten deshalb versuchen, den Shopping Prozess „sozialer“ zu gestalten. Park et al. (2009) haben beispielsweise herausgefunden, dass Frauen häufiger Produktrezensionen lesen und eher Informationen erfragen als Männer. Eine weitere Erklärung könnte in dem Offline-Einkaufsverhalten liegen. Frauen investieren viel mehr Zeit ins „Shopping“ als Männer [6]. Daher könnte es durchaus sein, dass Frauen bereits alle kaufrelevanten Informationen offline gesammelt haben, während Männer diese online erst suchen müssen (Männer stellen nach Jackson et al. (2001) oder auch Rudolph und Schröder (2004) häufiger Suchanfragen im Web als Frauen [17],[33]).

Die Ergebnisse zum Einfluss des Geschlechts auf Emotionen zeigen, dass Männer eher Negativ-Emotionen im E-Commerce erleben als Frauen. Vor allem erleben sie – konsistent zur Literatur – starke Emotionen intensiver (z.B. Ärger). Allerdings zeigt auch schon die Literatur, dass das Thema „Emotionen“ sehr vielschichtig ist und viele Einflussfaktoren zu berücksichtigen sind. Das zeigt sich auch in dieser Studie an dem sehr geringen Erklärungsbeitrag des Geschlechts sowie dem signifikanten Einfluss der Kontrollvariablen.

### Limitationen

Die Studie muss daher vor dem Hintergrund einiger Limitationen betrachtet werden. Zunächst wurde nur ein Anbieter (Volkswagen) berücksichtigt; das impliziert auch, dass nur ein Produkt berücksichtigt wurde (Automobile), was nach Kroeber-Riel (2009, S. 412 f.) oder Sebastianelli et al. (2008) aufgrund des unterschiedlichen Produktinvolvements der Subjekte zu Verzerrungen führen kann [20],[35]. Der Effekt wurde allerdings durch die Variable „Automobilinteresse“ kontrolliert und hatte keinen signifikanten Einfluss. Des Weiteren wurde in dieser Studie nur der deutsche Markt, insbesondere ein junger Markt (Durchschnittsalter 30,5 Jahre) untersucht. Zukünftige Untersuchungen sollten diese Einschränkungen berücksichtigen, um somit eventuell den Erklärungsbeitrag des Geschlechts zu erhöhen. Der Erklärungsbeitrag des Geschlechts im Bezug auf den Klick-Pfad ( $R^2 = 0,14$ ) könnte eventuell durch die Berücksichtigung weiterer erklärender Input-Daten ergänzt werden. Der niedrige Erklärungsbeitrag des Geschlechts in Bezug auf (die meisten) Emotionen muss etwas kritischer betrachtet werden ( $R^2 = 0,02 - 0,08$ ). Zwar sind nach Davis (1989) oder auch Moon und Kim (2001) niedrige  $R^2$ -Werte in der verhaltensorientierten Sozialforschung durchaus normal [8],[29], trotzdem eignen sich die Modelle damit nicht für Prognosezwecke. Da aber alle Korrelationskoeffizienten signifikant sind, kann trotzdem von einem signifikanten Unterschied der Geschlechter in Hinblick auf Emotionen im E-Commerce ausgegangen werden. Anhand der signifikanten Kontrollvariablen kann weiterhin davon ausgegangen werden, dass zusätzliche Variablen oder moderierende Effekte (wie z.B. Alter x Geschlecht) einen wichtigen Erklärungsbeitrag leisten können. In weiteren Untersuchungen könnte daher stärker auf zusätzliche potentiell erklärende Variablen eingegangen werden. Möglich wäre auch die Variation des Untersuchungsobjektes, um noch allgemeinere Aussagen ableiten zu können.

## Implikationen

Nichtsdestotrotz gibt es einige praktische Implikationen in Hinblick auf die Berücksichtigung der Geschlechter im E-Commerce. In Bezug auf Emotionen lassen sich (wenn überhaupt: siehe niedriger Erklärungsbeitrag!) Aussagen über Männer treffen, da sie Negativ-Emotionen intensiver erlebt haben. Das könnte zum einen daran liegen, dass sie insgesamt länger das Web-Angebot genutzt haben, wobei sie scheinbar länger suchten und vielleicht Informationen nicht oder erst nach langer Suche gefunden haben. Vielleicht sollten Anbieter an dieser Stelle weitere Suchmöglichkeiten (eventuell durch eine alternative Navigation) schaffen. Die zweite Erkenntnis ist die, dass sich die Geschlechter anhand des Klick-Pfades unterscheiden lassen. Im Sinne einer Marktsegmentierung können weibliche und männliche Kunden getrennt von einander angesprochen werden. Genauer, je länger Kunden das Web-Angebot nutzen, desto wahrscheinlicher handelt es sich um einen Mann. Weibliche Kunden könnten durch soziale Angebote animiert werden, das Web-Angebot länger zu nutzen.

## 6 Danksagung

Wir danken Volkswagen für die finanzielle Unterstützung dieser Forschungsarbeit. Darüber hinaus danken wir Munkhsarnai Baatar, Robert Lodahl und Mathias Reisch für die Unterstützung bei den Experimenten.

## 7 Literatur

- [1] Alreck, P; Settle, RB (2000): Gender effects on Internet, catalogue and store shopping. The Journal of Database Marketing 9(2):150-162.
- [2] Assael, H (1976): Approaches to Market Segmentation Analysis. The Journal of Marketing 40(4):67-76.
- [3] Barletta, M (2006): Marketing to women, 2. Aufl., Kaplan Publishing, New York.
- [4] Briton, NJ; Hall, JA (1995): Beliefs about female and male nonverbal communication. Sex Roles: A Journal of Research, Springer 32(1-2):79-90.
- [5] Brody, LR (1997): Gender and Emotion: Beyond Stereotypes. Journal of Social Issues 53(2):369-394.
- [6] Campbell, C (2000): Shopaholics, Spendaholics, and the Question of Gender. In: Benson, A, (Hrsg.), I Shop, Therefore I Am: Compulsive Buying and the Search for Self. Aronson, New York:57-75.
- [7] Carlson, R (1971): Sex Differences in Ego Functioning: Exploratory Studies of Agency and Communication. Journal of Consulting and Clinical Psychology 37(2):267-277.
- [8] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly 13(3):319-340.
- [9] Dickson, PR; Ginter, JL (1987): Market Segmentation, Product Differentiation, and Marketing Strategy. Journal of Marketing 51(2):1-10.

- [10] Dittmar, H; Long, K; Meek, R (2004): Buying on the Internet: Gender Differences in Online and Conventional Buying Motivations. *Sex Roles: An Journal of Research*, Springer 50(5-6):423-444.
- [11] Fischer, AH (1993): Sex Differences in Emotionality: Fact or Stereotype? *Feminism & Psychology* 3(3):303-318.
- [12] Fischer, AH; Rodriguez Mosquera, PM; von Vianen, AEM; Manstead, ASR (2004): Gender and Culture Differences in Emotion. *Emotion* 4(1):87-94.
- [13] Franke, N; Keinz, P; Steger, CJ (2009): Testing the Value of Customization: When Do Customers Really Prefer Products Tailored to Their Preferences? *Journal of Marketing* 73(5):103-121.
- [14] Hassan, B (2010): Exploring gender differences in online shopping attitude. *Computers in Human Behavior* 26(4):597-601.
- [15] Hess, U; Senecal, S; Kirouac, G; Herrera, P; Philippot, P; Kleck, RE (2000): Emotional expressivity in men and women: Stereotypes and self-perceptions. *Cognition and Emotion* 14(5):609-642.
- [16] Huang, T; Mieghem, JA (2011): Do Clickstreams Provide Advance Demand Information? An Empirical Study and Valuation. *Social Science Research Network (SSRN). Working Paper*. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1851046](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1851046). Abgerufen am 30.07.2011.
- [17] Jackson, LA; Ervin, KS; Gardner, PD; Schmitt, N (2001): Gender and the Internet: Women communicating and men searching. *Sex Roles: A Journal of Research*, Springer 44(5-6):363-379.
- [18] Kempe, M (2011): Geschlechterspezifische Unterschiede beim Online-Shopping. In: Wagner, U; Wiedmann, KP; v.d. Oelsnitz, D (Hrsg.), *Das Internet der Zukunft – Bewährte Erfolgstreiber und neue Chancen*, Gabler, Wiesbaden:285-306.
- [19] Kring, AM; Gordon, AH (1998): Sex Differences in Emotion: Expression, Experience, and Physiology. *Journal of Personality and Social Psychology* 74(3):686-703.
- [20] Kroeber-Riel W; Weinberg, P; Gröppel-Klein, A (2009): *Konsumentenverhalten*, 9. Aufl., Vahlen, München.
- [21] Laroche, M; Saad, G; Cleveland, M; Browne, E (2000): Gender Differences in Information Search Strategies for a Christmas Gift. *Journal of Consumer Marketing* 17(6):500-522.
- [22] Machleit, KA; Eroglu, SA (2000): Describing and Measuring Emotional Response to Shopping Experience. *Journal of Business Research* 49(2):101-111.
- [23] Mau, G (2009): *Die Bedeutung von Emotionen beim Besuch von Online-Shops*. Dissertation, Gabler, Wiesbaden.
- [24] Meyers-Levy, J (1989): Gender Differences in Information Processing: a Selectivity Interpretation. In: Cafferata und Tybout (Hrsg.), *Cognitive and Affective Responses to Advertising*, Lexington Press, Lexington.

- [25] Meyers-Levy J; Maheswaran, D (1991): Exploring Differences in Males' and Females' Processing Strategies. *Journal of Consumer Research* 18:63-70.
- [26] Meyers-Levy J; Sternthal, B (1991): Gender Differences in the Use of Message Cues and Judgments. *Journal of Marketing Research* 28:84-96.
- [27] Moe, WW; Fader, PS (2004): Capturing Evolving Visit Behavior in Clickstream Data. *Journal of Interactive Marketing* 18(1):5-19.
- [28] Montgomery, AL; Li, S; Srinivasan, K; Liechty, JC (2004): Modelling Online Browsing and Path Analysis Using Clickstream Data. *Marketing Science* 23(4):579-595.
- [29] Moon, JW; Kim, YG (2001): Extending the TAM for a World-Wide-Web Context. *Information and Management* 38(4):217-230.
- [30] Park, J; Yoon, Y; Lee, B (2009): The Effect of Gender and Product Categories on Consumer Online Information Search. *Advances in Consumer Research* 8:232-258.
- [31] Reichwald R; Piller, F (2009): *Interaktive Wertschöpfung – Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung*, 2. Aufl., Gabler, Wiesbaden.
- [32] Rodgers, S; Harris, MA (2003): Gender and E-Commerce: An Exploratory Study. *Journal of Advertising Marketing* 43(3):322-329.
- [33] Rudolph, T; Schröder, T (2004): Genderspezifisch begründete Unterschiede im Einkaufsverhalten von Mann und Frau - Eine genderspezifische Analyse der Ergebnisse von Online-Studien zum Internetverhalten. In: Bauer, HH et al. (Hrsg.), *Konsumentenverhalten im Internet*, Vahlen, München:159-172.
- [34] Schreier, M; Mair am Tinkhof, A; Franke, N (2006): Warum "Toolkits for User Innovation and Design" für ihre Nutzer Wert schaffen: eine qualitative Analyse. [www.wu.ac.at/entrep/downloads/publikationen/artikelfinal.pdf](http://www.wu.ac.at/entrep/downloads/publikationen/artikelfinal.pdf). Abgerufen am 28.05.2010.
- [35] Sebastianelli, R; Tamimi, N; Rajan, M (2008): Perceived Quality of Online Shopping: Does Gender make a Difference? *Journal of Internet Commerce* 7(4):445-469.
- [36] Seock, YK; Bailey, LR (2008): The influence of college students' shopping orientations and gender differences on online information searches and purchase behaviours. *International Journal of Consumer Studies* 32(2):113-121.
- [37] Smith, WR (1956): Product Differentiation and Market Segmentation as Alternative Marketing Strategies. *Journal of Marketing* 21(1):3-8.
- [38] Venkatesh, V; Morris, MG (2000): Why Don't Men Ever Stop to Ask for Directions? Gender, Social Influence, and Their Role in Technology Acceptance and Usage Behavior. *MIS Quarterly* 24(1):115-139.
- [39] Wen, KW; Peng, KF (2002): Market segmentation via structured click stream analysis. *Industrial Management and Data Systems* 102(9):493-502.
- [40] Wharton Knowledge (2007): Men Buy, Women Shop. University of Pennsylvania. <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article.cfm?articleid=1848>. Abgerufen am 12.01.2011.

# Nutzen digitaler Mehrwertdienste im Automobil

## Achim E. H. Wolf

Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien,  
80539 München, E-Mail: [achim.wolf@bwl.lmu.de](mailto:achim.wolf@bwl.lmu.de)

## Thomas Hess

Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien,  
80539 München, E-Mail: [thess@bwl.lmu.de](mailto:thess@bwl.lmu.de)

## Alexander Benlian

Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien,  
80539 München, E-Mail: [benlian@bwl.lmu.de](mailto:benlian@bwl.lmu.de)

## Abstract

Automobilhersteller und Zulieferbetriebe bieten immer vielfältigere Optionen an, um Internetkonnektivität und digitale Mehrwertdienste im Automobil nutzbar zu machen. Die vorliegende Arbeit präsentiert eine empirische Erhebung zum Vergleich von relativen Wichtigkeiten der Teilnutzenattribute, die bei der Kaufentscheidung für digitale Mehrwertdienste im Automobil von Konsumenten evaluiert werden. Durch eine online Umfrage wurden die Präferenzen von Konsumenten in ihrer Rolle als Autofahrer erhoben und in einer adaptiven Conjoint-Analyse ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass bei der Auswahl digitaler Dienste neben Navigationsdiensten die Funktionalität sicherheits- und fahrzeugbezogener Angebote die höchste relative Wichtigkeit besitzt. Relativ weniger wichtig sind den Befragten Individualisierbarkeit und ästhetische Merkmale. Der Beitrag schließt mit einer Diskussion der Ergebnisse und Implikationen für weitere akademische Arbeiten sowie für Anbieter digitaler Mehrwertdienste in der Automobilindustrie.

## 1 Einleitung

Die digitale Vernetzung von Automobilen hat sich in den letzten Jahren von einem Nischendasein zu einem breit diskutierten Thema in Wissenschaft und Praxis entwickelt. Das Angebot der Automobilhersteller und zahlreicher Zulieferbetriebe ist in starkem Wachstum begriffen und in immer mehr Fahrzeugen hat der Kunde die Möglichkeit mobile Mehrwertdienste zu nutzen [29] [32]. Das Umsatzpotential (inkl. zur Bereitstellung benötigter Hardware) für sogenannte In-Vehicle-Services wird 2012 im globalen Markt auf 70 Mrd. US\$ berechnet. Bis 2014 wird eine Steigerung auf 80 Mrd. US\$ prognostiziert [29]. Durch die Weiterentwicklung der technischen Komponenten ist mittlerweile ein breites Spektrum an

Diensten möglich und der Kreativität der Entwickler sind nur wenige Grenzen gesetzt. Den technischen Möglichkeiten stehen in diesem innovativen Umfeld allerdings oft Unsicherheiten über die Nutzenmerkmale digitaler Dienste im Automobil aus Konsumentensicht gegenüber. Die vorliegende Studie reduziert diese Unsicherheit, indem sie durch Anwendung einer adaptiven Conjoint-Analyse untersucht, welche Nutzenattribute den befragten Endkunden bei der Evaluation zur Kaufentscheidung relativ wichtiger sind als andere. Mit den Ergebnissen sind Anbieter in der Lage Entwicklungsaktivitäten und Angebotsgestaltung besser an Konsumentenpräferenzen auszurichten und so die Wahrscheinlichkeit für eine positive Kundenakzeptanz in dieser neuartigen Anwendungsdomäne zu steigern.

Der Aufbau des Beitrages gliedert sich wie folgt. Abschnitt 2 gibt Informationen zum Hintergrund der Fragestellung und stellt die für die Studie als relevant identifizierten Nutzenmerkmale vor. Abschnitt 3 erläutert die im Beitrag verwendete empirische Methode zur Bewertung der Nutzenattribute, das Fragebogeninstrument zur Datenerhebung und gibt eine deskriptive Statistik der befragten Bevölkerungsstichprobe. In Abschnitt 4 präsentieren wir die Ergebnisse der adaptiven Conjoint-Analyse. Abschnitt 5 schließt mit der Diskussion der Ergebnisse, deren Implikationen für Wissenschaft und Praxis sowie einem Ausblick auf weitere Forschungsmöglichkeiten.

## 2 Hintergrund und frühere Arbeiten

Mobile, softwarebasierte und in digitale Datennetze integrierte Mehrwertdienste bieten aktuell ein wichtiges Differenzierungsmerkmal in der Automobilindustrie [15] [26] [32] und werden als vielversprechende Quelle einer serviceorientierten Erlösgenerierung gesehen [22]. Trotz rasanter Fortschritte in der Angebotsentwicklung, werden die Erwartungen der Konsumenten allerdings oft nur ungenügend erfüllt [4]. Die Orientierung an Kundenbedürfnissen wird in einem effizienten Entwicklungsprozess zur Steigerung der Kundenakzeptanz und -zufriedenheit als wichtig erachtet [6] [33] und sogar als neues Paradigma in der Forschung zu *Automotive Services* bezeichnet [15]. Tatsächlich ist aber im innovativen Umfeld digitaler Mehrwertdienste bisher nur wenig über die Bedürfnisse von Konsumenten bekannt. Auf der methodischen Seite schlagen frühere Arbeiten z.B. den Einsatz von Prototypen [25] vor, um die Kundenorientierung in der Entwicklung zu verbessern. Allerdings sind uns keine aktuellen, wissenschaftlich publizierten Arbeiten bekannt, die empirisch der Fragestellung nachgehen, *wie prägen sich Konsumentenpräferenzen in Bezug auf differenzierte Nutzenmerkmale bei der Evaluation zur Kaufentscheidung für digitale Mehrwertdienste im Automobil aus?*

Um die Merkmale zu identifizieren, die bei der Evaluation des Nutzens digitaler Mehrwertdienste durch Konsumenten eine Rolle spielen können, wurden im Vorfeld (Mai/Juni 2012) für diese Arbeit Fokusgruppeninterviews (19 Teilnehmer in 4 Gruppen), ein Experteninterview sowie eine Analyse relevanter Literatur durchgeführt. Da die Kaufentscheidung des Konsumenten in der Studie möglichst umfassend reflektiert werden sollte ohne dabei den in der Datenerhebung zumutbaren Aufwand für die Befragten zu sprengen, haben wir den Schwerpunkt auf übergreifende Merkmale und nicht die Konfigurationen einzelner Dienstangebote gelegt. Im Ergebnis wurden insgesamt sieben Nutzenmerkmale formuliert. Zunächst steht die *Funktionalität* der Mehrwertdienste im



Vordergrund. Nach aktuellen Angeboten der Automobilhersteller und früherer Arbeiten [4] unterscheiden wir die möglichen Kategorien:

- Navigationsdienste
- sicherheits- und fahrzeugbezogene Dienste (z.B. Notrufsysteme, Ferndiagnose)
- Nachrichten- und Informationsdienste (z.B. Verkehrsinformationen, Reiseführer)
- Multimediadienste (z.B. Video-, Musikstreaming)
- Kommunikations- und Organisationsdienste (z.B. E-Mail, Terminplanung)
- E-Commerce Dienste (z.B. Hotelbuchung, Veranstaltungstickets)

Technische Voraussetzung auf der Hardware-Seite ist die Nutzung eines *Endgerätes*, das als Rechen-, Speichereinheit sowie Modem fungiert. Konsumenten haben hier die Wahl zwischen dem eigenen mobilen Endgerät, vom Fahrzeughersteller bereitgestellten mobilen Endgeräten und vom Fahrzeughersteller fest eingebauten Endgeräten (Headunit). Da einige Dienstangebote (z.B. Google Send-to-Car) mit dem eigenen PC über das Internet konfigurierbar sind, wurde auch diese Alternative der Endgerätenutzung in die Evaluation aufgenommen. Bei der *Bedienschnittstelle* haben Konsumenten die Wahl zwischen der Steuerung über Lenkradtasten, der Steuerung über einen Touchscreen und der Sprachsteuerung (bei allen Angeboten wird die Datenausgabe über ein digitales Display und Lautsprecher, welche fest im Fahrzeug verbaut sind vorausgesetzt). Sowohl die Wahl des Endgerätes als auch die Bedienschnittstelle korrelieren in früheren Arbeiten positiv mit der durch den Konsumenten wahrgenommenen Leichtigkeit der Nutzung digitaler Mehrwertdienste und führt so auch zu einer gesteigerten Akzeptanz [8] [9] [20]. Als weiteres Kriterium wurde die *Zuverlässigkeit* des softwarebasierten Dienstangebotes aufgenommen [1]. Da eine Vielzahl von Mehrwertdiensten nur durch ihre Integration in mobile Datennetze nutzbar sind, wird mit dem Kriterium *Datenübertragung* abgefragt mit welcher Geschwindigkeit und Stabilität eine Verbindung möglich ist. Die Anpassung der Mehrwertangebote an die persönlichen Nutzungspräferenzen wird mit dem Nutzenmerkmal *Individualisierbarkeit* abgefragt. Konsumenten haben die Wahl zwischen inhaltlich-funktionaler Individualisierbarkeit der Applikationsangebote, optischer Individualisierbarkeit der Menüoberflächen, vollständiger Individualisierbarkeit (inhaltlich-funktional und optisch) und keiner Möglichkeit zur Individualisierung [30]. Bei der Entwicklung digitaler Mehrwertdienste oft vernachlässigt, aber seit dem Markterfolg der Soft- und Hardwareangebote von Apple nicht zu unterschätzen sind *ästhetische Merkmale* als Nutzenmerkmal. Die Konsumenten haben hier die Wahl zwischen optischen und haptischen Eigenschaften zu unterscheiden. Die vorgestellten Nutzenmerkmale sind nach den Ergebnissen der Fokusgruppeninterviews, nach Meinung des Experten und aufgrund der analysierten Literatur wesentlich, um die Kaufentscheidung für oder wider digitale Mehrwertdienste im Automobil empirisch zu erforschen, stellen aber keine abschließende Begrenzung zu evaluierender Kriterien dar. Um den kognitiven Aufwand für die befragten Konsumenten nicht zu groß werden zu lassen und ein Bearbeitungszeit des Fragebogeninstrumentes von 15 Min. nicht zu überschreiten, haben wir unsere Analyse auf diese sieben Nutzenmerkmale beschränkt.

### 3 Empirische Methode

#### 3.1 Adaptive Conjoint-Analyse

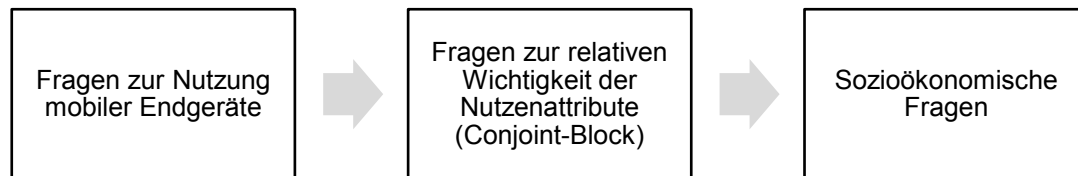
Die Conjoint-Analyse (CA) ist eine multivariate Methode der Interdependenzanalyse, die in der Psychologie entwickelt und seit den 70er Jahren [11] weite Verbreitung als Marktforschungsinstrument bei der Planung neuer Produkte und Dienstleistungen erfährt [10] [19] [34]. In einem dekompositionellen Verfahren werden den Befragten einzelne Nutzenmerkmale sowie in der full-profile-Variante auch komplette Produktkonzepte zur relativen Bewertung nach Wichtigkeit bei der Kaufentscheidung präsentiert. Die adaptive Conjoint-Analyse (ACA) ist eine Weiterentwicklung der klassischen CA, mit Vorteilen vor allem bei Verwendung von komplexeren Produktkonfigurationen mit mehr als 6 Nutzenattributen [12], wie es in vorliegender Studie der Fall ist. Die ACA erlaubt dabei die Evaluierung von kompletten Produktkonfigurationen, macht es durch statistische Kalkulation aber nicht notwendig jede mögliche Kombination einzelner Teilnutzenattribute abzufragen [18]. Die Präferenzen der Befragten werden auf Grundlage der bereits gegebenen Evaluationen während des Ausfüllens des Fragebogens sukzessive neu berechnet und nur die relativ wichtigen Nutzenattribute detaillierter abgefragt. So kann eine Informationsüberlastung der Befragten vermieden und gleichzeitig genauere Ergebnisse hinsichtlich der realen Kaufbereitschaft als bei kompositionellen Verfahren ermittelt werden [2] [14]. In der Forschung zu Information Systems und Wirtschaftsinformatik wurde die ACA vorwiegend zur Analyse der Nutzeigenschaften spezifischer Anwendungssysteme und Hardwarekonfigurationen eingesetzt [3] [7] [23] [27]. Im Rahmen der Studie setzt sich der Nutzen ( $u$ ), den ein Endkunde ( $e$ ) durch die Konfiguration ( $k$ ) eines digitalen Dienst im Automobil erfährt aus der Summe der einzeln konfigurierten Teilnutzenwerte ( $n$ ) zusammen:

$$u_{ek} = u_e(F_k) + u_e(Z_k) + u_e(D_k) + u_e(E_k) + u_e(B_k) + u_e(I_k) + u_e(A_k) \quad (1)$$

Der Gesamtnutzen des Endkunden ( $u_{ek}$ ) ist hierbei also eine Funktion von  $u_e(n_k)$ , welche die Teilnutzenwerte der Konfigurationen  $k \in \{\text{Funktion } F \mid \text{Zuverlässigkeit } Z \mid \text{Datenübertragung } D \mid \text{Endgerät } E \mid \text{Bedienschnittstelle } B \mid \text{Individualisierung } I \mid \text{Ästhetik } A\}$  summiert [18]. Die Berechnung der relativen Wichtigkeit der Teilnutzenwerte erfolgte automatisiert in der Software Globalpark und wird in Prozent angegeben. Bezogen auf unsere Forschungsfrage, geben die Prozentangaben Auskunft darüber, welche Evaluationskriterien dem Endkunden bei seiner Kaufentscheidung relativ zueinander wichtiger sind als andere.

#### 3.2 Datenerhebung

Zur Erhebung der Daten wurde für den Zeitraum von 4 Wochen im Juni/Juli 2011 ein Link zur Umfrage in diversen sozialen Netzwerken (z.B. xing.de, facebook.de, studivz.net) geschaltet, die aktuell von einer breiten Bevölkerungsschicht genutzt werden und so einen repräsentativen Datensatz erwarteten ließen. Die online Form wird zudem allgemein als die zeit- und kostengünstigste Alternative der Datenerhebung angesehen und wurde auch deshalb gewählt [36]. Das Fragebogeninstrument setzt sich aus drei Blöcken zusammen und wurde durch einen Pretest [5] mit einem Industrieexperten, fünf akademische Experten und zehn studentischen Probanden auf inhaltliche Stringenz und allgemeine Verständlichkeit geprüft.



**Bild 1: Aufbau der Online-Umfrage**

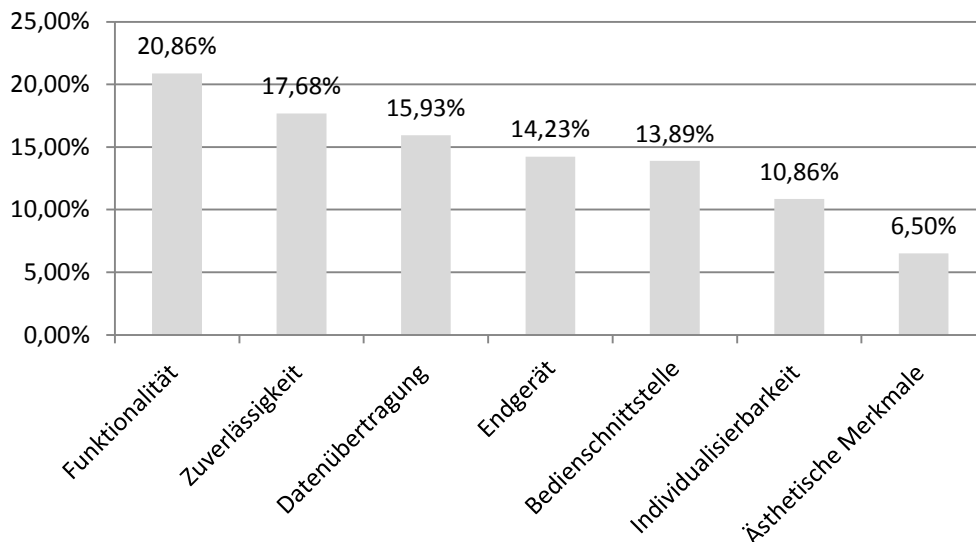
Nach einer kurzen Einleitung, wurden im ersten Block Fragen zum Besitz mobiler Endgeräte, zur Vertrautheit mit mobilen Endgeräten, zur Steuerung von Elektrogeräten und Automobilen (z.B. Schiebedach öffnen) sowie zur Vertrautheit mit Individualisierungsfunktionen digitaler Dienste gestellt. Im zweiten Block wurden den Befragten die vier Phasen der ACA [18] präsentiert. Dabei wurden in der ersten Phase die Konfigurationen der einzelnen Teilnutzenattribute auf einer sieben-stufigen Likert-Skala bewertet. In der zweiten Phase wurden innerhalb eines Teilnutzenattributes, jeweils die am besten und am schlechtesten bewerteten Konfigurationen gegenübergestellt und die Wichtigkeit des Unterschiedes zwischen den beiden Konfigurationen abgefragt. In der dritten Phase wurden nun die Präferenzen für Produktangebote, die sich aus bis zu drei, der als relativ wichtig beurteilten Konfigurationen zusammensetzen in Paarvergleichen abgefragt. In der letzten Phase wurde die Kalibrierung des Gesamtnutzens durch Angabe einer Kaufwahrscheinlichkeit, für ein aus einzelnen Teilnutzenattributen vollständig konfiguriertes Produktangebot zwischen 0-100% vorgenommen. Der letzte Block des Fragebogeninstrumentes erhob soziodemographische Daten zum Alter, Geschlecht, Erwerbstätigkeit, Einkommen und genutzter Fahrzeugklasse der Befragten.

### 3.3 Stichprobe und Eigenschaften der Befragten

Das online Fragebogeninstrument lieferte einen auf  $n = 102$  bereinigten und vollständig auswertbaren Datensatz autofahrender Konsumenten. Von den Befragten waren 72 Männer (70,6%) und 30 Frauen (29,4%). Das Alter lag zwischen 18 und 60 Jahre und führt zu einem Durchschnittsalter von 31 Jahren. Mit 62,7% ist der größte Teil der Befragten berufstätig, 34,3% sind Studenten und 2% sind Rentner. Ein Drittel (31,4%) fährt ein Auto der Kategorie Economy, etwa die Hälfte (49%) ein Auto der Mittelklasse und die Übrigen (18,6%) nutzen Fahrzeuge der oberen Mittel- bis Luxusklasse. Das durchschnittliche Bruttoeinkommen im Monat liegt knapp unter dem durchschnittlichen, bundesweiten Bruttoeinkommen von 3227 Euro [28]. Die Aussagen dieser Studie sind limitiert auf Onlinenutzer aus dem deutsch-sprachigen Raum. Eine Selbstselektion der Teilnehmer war nicht zu vermeiden. Daraus ergibt sich, dass möglicherweise Konsumenten, die sich im höheren Maße für digitale Dienste im Automobil interessieren als der Durchschnitt, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an der Umfrage teilgenommen haben. Als Hinweis auf eine eher technikaffine Stichprobe lässt sich auch nehmen, dass 55,9% der Probanden angegeben hat mit der Individualisierbarkeit ihrer Endgeräte sehr gut vertraut zu sein. Alle Teilnehmer besitzen mindestens eines der abgefragten mobilen Endgeräte. 85,3% besitzen ein Notebook, 77,5% ein Handy, 69,3% ein MP3-Player, 51% ein Smartphone und 10,8% besitzen einen Tablet-PC.

## 4 Auswertung der Ergebnisse

Durch ihre Präferenzangaben in den einzelnen Phasen der ACA haben die Konsumenten folgende relativen Wichtigkeiten der zu evaluierenden Nutzenmerkmale bei der Kaufentscheidung vergeben:



**Bild 2:** Relative Wichtigkeit der Evaluationskriterien

Das Nutzenmerkmal Funktionalität wurde von den Befragten mit 20,86% als relativ wichtigstes Attribut wahrgenommen. Die Zuverlässigkeit (17,68%) folgt als zweitwichtigstes Merkmal. An dritter Stelle steht die Datenübertragung (15,93%). Die eingesetzten Endgeräte (14,23%) und die Bedienschnittstelle (13,89%) stehen im Mittelfeld. Relativ unwichtiger waren den Befragten die Individualisierbarkeit (10,86%) und ästhetische Merkmale (6,5%) der Hardware und Menüoberfläche. Zur Prüfung der Konsistenz der Daten wurde das  $R^2$  einer OLS Regression zwischen den Nutzenwerten und den angegebenen Kaufwahrscheinlichkeiten berechnet und alle Teilnehmer mit einem  $R^2 < 0,5$  von der Analyse ausgeschlossen [19]. Eine weitere Klassifizierung der Nutzergruppen [2] durch eine Clusteranalyse wurde im Rahmen der Studie getestet. Die starke Homogenität der Nutzwerte [17] führte allerdings zu einer unzureichenden Güte in der Differenzierung der Clustergruppen. Daraufhin wurden aus den sozioökonomischen Variablen Gehalt, Alter und Berufstätigkeit Nutzergruppen gebildet und untereinander verglichen. Wiederum zeigte sich, dass die Nutzenpräferenzen zwischen den Gruppen ohne signifikante Unterschiede relativ homogen verteilt sind und so nicht zur weiteren Untersuchung in die Arbeit aufgenommen wurden. Diese Ergebnisse decken sich mit aktuellen großzahligen empirischen Erhebungen zur Nutzung von online Diensten, die von einer steigenden Angleichung der Nutzungspräferenzen zwischen den Bevölkerungsgruppen berichten [16]. Um nun die relativen Wichtigkeiten der Nutzenmerkmale in der gesamten Stichprobe genauer zu analysieren, werden in Tabelle 1 die durchschnittlichen Teilnutzenwerte der jeweils möglichen Konfigurationen angegeben:

Nutzenmerkmal	Konfiguration	Durchschnittliche Teilnutzenwerte
Funktionalität	Navigationsdienste Sicherheits- und fahrbezogene Dienste Kommunikations- und Organisationsdienste Nachrichten- und Informationsdienste Multimediasdienste E-Commerce	<b>1,0402</b> ,796971 ,255578 ,157078 ,252412 -1,9975
Zuverlässigkeit	Hohe Zuverlässigkeit Geringere Zuverlässigkeit	<b>1,520529</b> -1,520529
Datenübertragung	Schnell/weniger stabil Mittel/stabil Langsam/sehr stabil	<b>1,383765</b> -,057118 -1,326598
Endgerät	Eigenes mobiles Endgerät Fest eingebautes Endgerät Mitgeliefertes mobiles Endgerät Eigener PC	<b>,582304</b> ,168804 ,029147 -,780147
Bedienschnittstelle	Steuerung über Lenkradtasten Steuerung über Touchscreen Sprachsteuerung	<b>,388804</b> ,048480 -,340402
Individualisierbarkeit	Vollständige Individualisierbarkeit Inhaltlich-funktionale Individualisierbarkeit Optische Individualisierbarkeit Keine Individualisierbarkeit	<b>,828618</b> ,234255 -,277294 -,785598
Ästhetische Merkmale	Angenehme Verarbeitung/Haptik Ansprechende Optik	<b>,258059</b> -,258059

**Tabelle 1: Durchschnittliche Teilnutzenwerte der Attribute**

Innerhalb des Nutzenmerkmals der Funktionalität werden Navigationsdienste von den Konsumenten am wichtigsten angesehen, dicht gefolgt von sicherheits- und fahrzeugbezogenen Diensten. Auch Kommunikations-, Organisations- und Nachrichtendienste werden als nützlich eingestuft. Negativ gehen hingegen Multimediasdienste und E-Commerce Angebote in die Evaluierung ein. Die Ergebnisse decken sich mit den Aussagen der Teilnehmer der Fokusgruppeninterviews, die gerne in der Navigation bzw. Führung des Fahrzeuges unterstützt werden wollten, durch Multimediasdienste und E-Commerce Angebote jedoch eher eine zu starke Ablenkung der Aufmerksamkeit vom Straßenverkehr empfanden. Eine hohe Zuverlässigkeit der Mehrwertdienste ist den Befragten als einzelner Teilnutzenwert relativ zu den anderen Werten am wichtigsten. Etwas kontraintuitiv scheint hier die sehr hohe Präferenz für schnelle jedoch instabile gegenüber den langsamen und stabilen Datenverbindungen. Bei der Wahl des Endgerätes liegt die Präferenz klar bei der Nutzung des eigenen mobilen Endgerätes deutlich vor den fest verbauten Endgeräten der Fahrzeughersteller. Auch diese Präferenz deckt sich mit den Angaben der Fokusgruppenteilnehmer, die vor den Wechselkosten vom eigenen mobilen Endgerät auf die Headunit im Fahrzeug zurückschreckten. Die Konfiguration digitaler Dienste im Fahrzeug über den eigenen PC stellt für die Befragten keinen positiven Nutzen dar. Als Bedienschnittstelle

bevorzugen die meisten Fragebogenteilnehmer die Steuerung über Lenkradtasten, die laut Aussagen der Fokusgruppenteilnehmer die kleinste Ablenkung vom Straßenverkehr darstellen. Die Nutzung der Sprachsteuerung wurde als negativ bewertet. Hier lässt sich aus den Ergebnissen der Fokusgruppen schließen, dass die Qualität der aktuellen Sprachsteuerungsangebote nicht befriedigend ist. Eine vollständige Individualisierbarkeit der Mehrwertdienste bewertet die Mehrzahl der Befragten als positiv. Die inhaltlich-funktionale Konfigurationsmöglichkeit liegt hier deutlich vor der Variante, die nur eine optische Individualisierung der Menüoberflächen zulässt. Dies deckt sich mit den Angaben zu den Präferenzen im Nutzenmerkmal der Ästhetik, in dem die angenehme Verarbeitung und Haptik mit einem positiven Teilnutzenwert vor der ansprechenden Optik liegt.

## 5 Diskussion der Ergebnisse

Die empirischen Ergebnisse dieser Arbeit haben erste Einblicke in die Präferenzstrukturen von Konsumenten bei der Evaluation digitaler Dienste im Automobil gegeben. Es ergeben sich eine Reihe von Implikationen für die Praxis. Die Studie zeigt, dass die Vorstellung des Nutzens digitaler Mehrwertdienste im Automobil noch nicht in der Breite beim Kunden angekommen ist, wie er in der Fachwelt momentan diskutiert wird. Der Großteil der Befragten sieht den Nutzen in bereits etablierten Angeboten der Navigation sowie sicherheits- und fahrzeugbezogenen Diensten und sieht sich durch Mehrwertangebote in den Bereichen Multimedia und E-Commerce sogar negativ beeinflusst. Es lässt sich erkennen, dass die befragten Konsumenten nicht zu sehr von der eigentlichen Tätigkeit der Führung des Fahrzeuges durch zunehmende kognitive Belastung tertiärer Dienste abgelenkt werden wollen. Eine mögliche Empfehlung für die Akzeptanzsteigerung beim Konsumenten könnte hier lauten, die etablierten Dienste zunächst mit digitalen Angeboten im Nutzenfeld der Fahrassistenzsysteme anzureichern und nach einer Gewöhnungsphase mit messbarer Nutzung das Angebot sukzessive auf weitere Nutzenfelder auszuweiten. Die relativ niedrige Wichtigkeit von z.B. Sprachsteuerungsfunktionen sollten hingegen nicht als Rechtfertigung gesehen werden Investitionen in deren Weiterentwicklung zu reduzieren. Im Gegenteil kann sie so verstanden werden, dass hier noch Potential für Verbesserung besteht das genutzt werden kann [13]. Mit den Ergebnissen der Studie ist es Fahrzeugherstellern auch möglich, Variationen in der Produktkonfiguration miteinander zu vergleichen. Da sich der Gesamtnutzen des Endkunden ( $u_{ek}$ ) aus den einzelnen Teilnutzen mit ihren jeweiligen Ausprägungen  $u_e(n_k)$  zusammensetzt, können einzelne Konfigurationen so verändert werden, dass die Summe der Teilnutzenwerte konstant bleibt. Eine Verringerung des Gesamtnutzen durch den z.B. negativen Teilnutzenwert von Multimediadiensten kann mit dem etwa gleichgroßen positiven Teilnutzenwert der inhaltlich-funktionalen Individualisierbarkeit aufgewogen werden, ohne den Gesamtnutzen zu verändern. Durch regelmäßige Analyse der Präferenzen der Konsumenten sind Entwickler digitaler Mehrwertdienste so in der Lage sich an den Nutzerbedürfnissen auszurichten und die Chancen für eine breite Akzeptanz ihrer Innovationen zu erhöhen.

Zum Abschluss der Arbeit soll noch auf Limitationen und interessante Möglichkeiten für weiterführende Forschung eingegangen werden. Unberücksichtigt blieben in der Erhebung die monetären Kosten digitaler Mehrwertdienste, welche zwar in den Interviews als relevantes Nutzenmerkmal identifiziert wurden, durch die ACA aber nur mit unzureichender Güte analysiert werden können [24]. Hier bieten sich unter der Voraussetzung der Abfrage

weniger Nutzenattribute in zukünftigen Studien, die Methoden der choice based Conjoint-Analyse [21] und die Limit Conjoint-Analyse [31] an. Es ist des Weiteren zu beachten, dass die präsentierte Studie seine punktuelle Betrachtung widerspiegelt und sich mit weiterer Verbreitung digitaler Mehrwertdienste im Automobil die Nutzenpräferenzen ändern werden. Entwickler können dies als Anreiz nehmen, in Zukunft regelmäßige detailliertere Erhebung zu Nutzenattributen spezieller Funktionen durchzuführen und so Konsumentenpräferenzen kontinuierlich in den Innovationsprozess mit einzubeziehen.

## 6 Literatur

- [1] Ambrose, PJ; Chiravuri, A (2010): A Socio-Cognitive Interpretation of the Potential Effects of Downsizing on Software Quality Performance. *Information Systems Journal* 20(3):239-265.
- [2] Backhaus, K; Erichson, B; Plinke, W; Weiber, R (2006): *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer, Berlin.
- [3] Ballou, DP; Pazer, HL (1995): Designing information systems to optimize the accuracy-timeliness tradeoff. *Information Systems Research* 6(1):51-72.
- [4] Bauer, HH; Schüle, A; Toma, D (2008): Akzeptanzsteigerung von Mobilien Diensten im Fahrzeug. In: Bauer, HH; Bryant, MD; Dirks, T (Hrsg.), *Erfolgsfaktoren des Mobile Marketing*. Springer, Berlin Heidelberg.
- [5] Baur, N; Florian, MJ (2009): Stichprobenprobleme bei Online-Umfragen. In: Jakob, N; Schoen, H; Zerback, T (Hrsg.), *Sozialforschung Im Internet*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [6] Becker, S (2004): Usability und Produktakzeptanz. In: Eberl, B; Hofer, M; Al-Sibai, J (Hrsg.), *Automotive Management – Strategie und Marketing in der Automobilwirtschaft*. Springer, Berlin.
- [7] Benlian, A; Hess, T (2011): Comparing the relative importance of evaluation criteria in proprietary and open-source enterprise application software selection – A conjoint study of ERP and Office systems. *Information Systems Journal* (forthcoming).
- [8] Bruner, GC; Kumar, A (2005): Explaining Consumer Acceptance of Handheld Internet Devices. *Journal of Business Research* 58(5):553-558.
- [9] Davis, FD; Bagozzi, RP; Warshaw, PR (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35(8): 982-1003.
- [10] Dellaert, B; Borgers, A; Timmermans, H (1996): Conjoint choice models of joint participation and activity choice. *International Journal of Research in Marketing* 13(3):251-264.
- [11] Green, PE; Rao, VR (1971): Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data. *Journal of Marketing Research* 8(3):355-363.
- [12] Green, PE; Srinivasan, V (1990): Conjoint analysis in marketing: new developments with implications for research and practice. *Journal of Marketing*, 54: 3-19.

- [13] Hamerich, SW (2009): Sprachbedienung im Automobil. Springer, Berlin Heidelberg.
- [14] Heidbrink, M (2006): Reliabilität und Validität von Verfahren der Präferenzmessung - Ein meta-analytischer Vergleich verschiedener Verfahren der Conjoint-Analyse. Dissertation, Münster.
- [15] Hoffmann, H (2010): Ein Werkzeug zur Entwicklung nutzerorientierter Software- und Service-Prototypen im Fahrzeug. Dissertation, München.
- [16] Infratest (2011): (N)Onliner Atlas 2011. <http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2011/07/NOnliner2011.pdf>. Abgerufen am 19.09.2011
- [17] Janssen, J; Laatz, W (2007): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Springer, Berlin Heidelberg.
- [18] Johnson, RM (1987): Adaptive conjoint analysis. In: Metegrano, M (Hrsg.), Proceedings of the Sawtooth Software Conference on Perceptual Mapping, Conjoint Analysis, and Computer Interviewing. Ketchum, Idaho.
- [19] Kuß, A; Eisend, M (2010): Marktforschung: Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse. Gabler, Wiesbaden.
- [20] Kwon, HS; Chidambaran, L (2000): A Test of the Technology Acceptance Model. In: *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Science (HICSS-33)*, 4-7 Januar, Maui, Hawaii. IEEE Computer Society, 2000, <http://computer.org/proceedings/hicss/0493/0493toc.htm>
- [21] Louviere, JJ; Woodworth, G (1983): Design and Analysis of Simulated Consumer Choice or Allocation Experiments: An Approach Based on Aggregate Data. *Journal of Marketing Research* 20(4):350-367
- [22] Leihmeister, JM (2008): Vorwort: Automotive Services – auf dem Weg zu einem Wachstumsfeld für Wirtschaft und Wirtschaftsinformatik. In: Bichler, M; Hess, T; Krcmar, H; Lechner, U; Matthes, F; Picot, A; Speitkamp, B; Wolf, P (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008*, Berlin.
- [23] Mookerjee, VS; Mannino, MV (2000): Mean-risk tradeoffs in inductive expert systems. *Information Systems Research* 11(137).
- [24] Orme, B. (2002): Perspectives on Recent Debate over Conjoint Analysis and Modeling Preferences with ACA. Technical Paper, Sawtooth Software Inc.
- [25] Pühler, M; Schermann, M; Krcmar, H (2010): Theoriebasiertes partizipatives Design von Automotive Services. In: Schumann, M; Kolbe, LM; Breitner, MH; Frerichs, A (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*, Göttingen.
- [26] Reichwald, R; Krcmar, H; Reindl, S (2007): Mobile Dienste im Auto der Zukunft. EUL Verlag, Lohmar Köln.
- [27] Schmidtchen, T; Schmidt, NH; Kolbe, LM; Geldermann, J (2010): Der Einfluss von ökologischen Produkteigenschaften bei PCs auf die Kaufentscheidung. In: Schumann, M; Kolbe, LM; Breitner, MH; Frerichs, A (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*, Göttingen.



- [28] Statistisches Bundesamt (2010): Durchschnittliche Bruttomonatsverdienste Deutschland. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/VerdiensteArbeitskosten/VerdiensteBranchen/Tabellen/Content50/LangeReiheD,templateId=renderPrint.psml>. Abgerufen am 19.09.2011
- [29] Tamietti, M. (2011): Perspectives on In-Vehicle Infotainment Systems and Telematics, <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Perspectives-on-In-Vehicle-Infotainment-Systems-and-Telematics.pdf>. Abgerufen am 19.09.2011
- [30] Valenzuela, A; Dhar, R; Zettelmeyer, F (2009): Contingent Response to Self-Customization Procedures: Implications for Decision Satisfaction and Choice. *Journal of Marketing Research (JMR)* 46(6):754-763.
- [31] Voeth, M (2007): Hilca oder Aca? - Ein Empirischer Vergleich von Computergestützten Verfahren der multiattributiven Nutzenmessung. *Die Betriebswirtschaft* 4:381-392.
- [32] Viswanathan, S; Kuruzovich, J; Gosain, S; Agarwal, R (2007): Online Infomediaries and Price Discrimination: Evidence from the Automotive Retailing Sector. *Journal of Marketing* 71(3):89-107.
- [33] Wehrmann, J (2004): Situationsabhängige mobile Dienste. Konzepte und Modelle zu ihrer effizienten Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Benutzerakzeptanz. WiKu, Berlin.
- [34] Wittink, DR; Vriens, M; Burhenne, W (1994): Commercial use of conjoint analysis in Europe: Results and critical reflections. *International Journal of Research in Marketing* 11(1):41-52.
- [35] Zauner, A; Hoffmann, H; Leimeister, JM; Krcmar, H (2010): Automotive Software and Service Engineering (ASSE) – an exploration of challenges and trends from industry experts' points of view. In: Schumann, M; Kolbe, LM; Breitner, MH; Frerichs, A (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*, Göttingen.
- [36] Zerr, K (2003): Online-Marktforschung - Erscheinungsformen und Nutzenpotenziale. In: Theobald, A; Dreyer, M; Starsetzki, T (Hrsg.), *Online-Marktforschung: Theoretische Grundlagen und praktische Erfahrungen*. Gabler, Wiesbaden



# **Zukunftsfähigkeit unternehmensweiter Anwendungssysteme**



# **Towards a Process Model for Efficient Customer Relationship Management System Selection**

**Ina Friedrich**

Accenture GmbH, 61476 Kronberg, E-Mail: [ina.friedrich@accenture.com](mailto:ina.friedrich@accenture.com)

**Michael H. Breitner**

Leibnitz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: [breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de)

## **Abstract**

Changes to the economic and competitive environment require a reorientation of companies' communication activities, which has implications for the customer relationship management (CRM). Assistance provided by information communication technology (ICT) is an important component of reacting to these potential changes. The failure rate of CRM implementation projects is high when it comes to measuring the impact. It is crucial to evaluate system solutions before making an investment decision. Based on a literature review, the authors developed a CRM evaluation approach to select CRM systems that suit the particular needs of a company. This approach resulted in a CRM system selection (CRMSS) model that covers the whole process of evaluating CRM systems, once a CRM strategy has been defined, and before the implementation phase begins.

## **1 Introduction**

It is common for companies to operate under strong competition, resulting in varying degrees of cost pressure. Constant changes to surrounding economic and competitive conditions require a reorientation of management activities. The need for information communication technology (ICT) and their contribution to the value creation of a company during these processes is undisputed. Customer orientation is crucial to survive in this competitive landscape [11] [7]. Hence, customer relationship management (CRM) systems can undoubtedly contribute to increasing customer profitability [5] [20].

A noticeable discrepancy has been reported between the high economic impact of CRMSS and the low success rate of CRM implementation projects [1] [7] [9] [4]. Lowering the failure rate of CRM implementations and supporting their success has become one of the priorities of researchers and IS users [17]. To increase the success rate, it is very important that the most appropriate system solution be selected for the specific context of a specific company involving all stakeholders including key users [15]. Since CRM systems connect all core

domains of a company, e.g. the supply chain, production, and finance, in addition to considering the global competition and high failure rate of CRM implementation projects, it is crucial to evaluate system solutions in detail before making an investment decision.

As prior work has shown, there is a lack of academic literature with regard to CRMSS [1]. In the academic literature, there is no reference or process model for selecting a CRM system based on specific conditions of a company. Based on a literature review, the authors developed an efficient CRMSS approach. To further enrich the proposed process model, the literature-based approach and expert interviews were followed up with two international online surveys [5] to validate and refine the model.

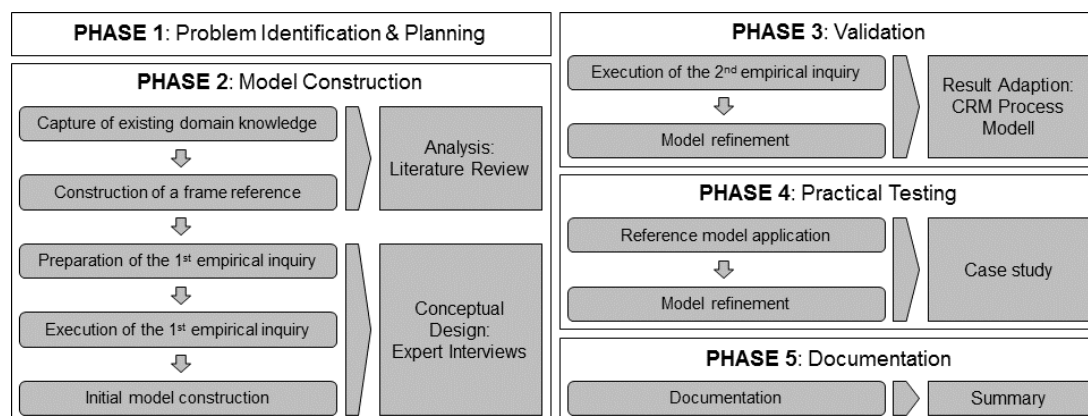
The aim of this paper is to present an efficient CRMSS process model, which is a result of the model refinement based on a combination of the scientific status-quo and the needs of analysts using these approaches in daily life:

- What are the core components of an efficient CRMSS process model?
- What criteria must be taken into consideration in an efficient CRMSS process model?

The paper is structured as follows: The first section explains the approach deriving a CRMSS process model. It includes a short description of three (of five) completed phases on the way to a process model. The following two sections illustrate the result of our research. The CRMSS process model and the evaluation criteria are described there in detail. The implications of the recent empirical study and the core outcomes are discussed in the closing section, followed by a discussion of limitations and a final outlook to further research.

## 2 Methodology

There are differing definitions of process models in the literature, all of which refer to the representation of a class of domains [11] [20] as a starting point for the development of new applications [2] [4]. Within this paper the development of the efficient CRMSS process model is based on the methodology suggested by Ahlemann and Gastl [1]. Phase 1 includes the challenges of identification and planning. The model construction of phase 2 is based on a comprehensive literature review and on expert interviews. This paper presents the results and conclusions of phase 3, a second empirical study with the intention of validating results of the former phases and refining the CRMSS approach. Phases 4 and 5 include a reality test and documentation.



**Figure 1: Approach to Process Model Development (Adapted from Ahlemann and Gastl [1])**

## **2.1 Phase 1 & 2: Literature Review & Model Construction**

In order to get an overview of the current knowledge regarding CRMSS, a comprehensive, structured review of the literature was performed. The intention of the review was to identify published evidence in journals and conference proceedings that discuss CRM or IT evaluation in general. Four major databases were selected (ACM Portal, AISNET, Elsevier Science Direct and Springerlink) for the baseline search of English language papers, the terms "IT evaluation", "IT system selection", "CRM evaluation", "CRM system selection", and "CRM strategy" were used as the search criteria. In total, 137 papers were identified with 76 hits related to IT evaluation, and 61 contained topics related to CRM evaluation or other associated CRM topics. All papers were reviewed in full for their relevance (identifying the research gap or providing a strategy closing the gap) and were classified into four categories: methods, criteria, evaluation technique and tools [15]. Papers that could not be assigned to one or more category were excluded. In the final sample, 60 papers were used to construct the initial version of the process model. For each area (method (24), criteria (34), evaluation method (14), and tools (2)) findings were used to develop the initial model.

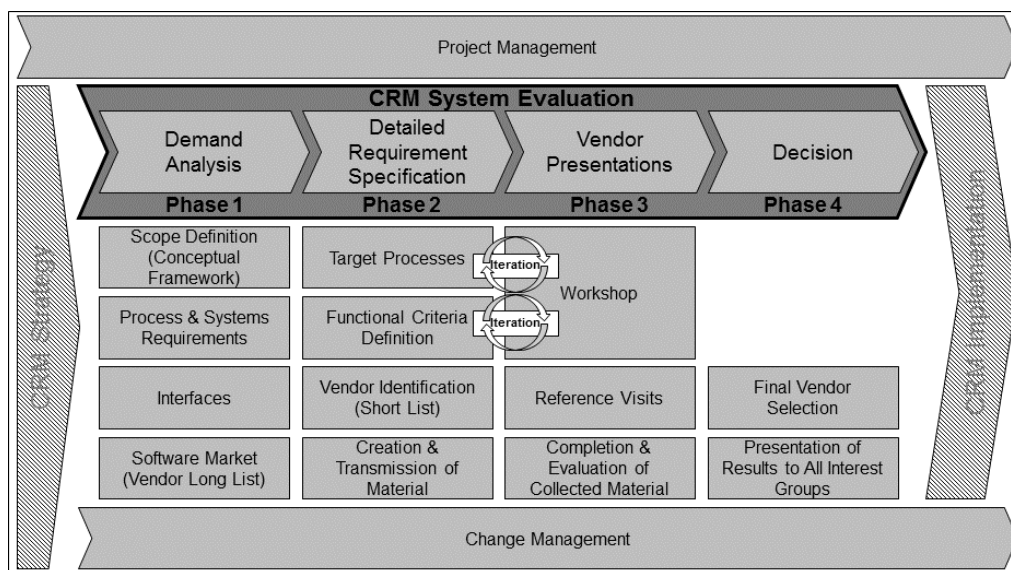
## **2.2 Phase 2 & 3: 1st and 2nd Expert Interview Round & Model Refinement**

The expert interviews in phase two and three were conducted in three stages: first direct interviews, second and third online interviews. In the first stage of the empirical study (direct interviews), a number of experts were searched in business networks such as xing.com, identified and interviewed using partly standardized interview guidelines. Persons were identified as experts if they had specific knowledge in the broader topic meaning they were affiliated in CRM business topics. The authors limited the personal interviews to 18 experts to develop the initial questionnaire. The majority of the CRM experts was working in the consulting industry and had been involved in multiple CRM evaluation and implementation projects. The interviews were conducted via phone between March and April 2010 with an interview length between 15 and 45 minutes. As stage two a normative online survey was conducted. Invitations to participate in an online survey were sent out in three cycles from June 17, 2010 to June 30, 2010. A total of 1,435 potential respondents in various countries were contacted with a focus on Germany and the US. In total, 125 (8.7%) experts took part. The results are presented in more detail in [12], [13]. The authors reengineered the CRMSS model and conducted a second expert interview round expanding the target audience as stage three with a stronger focus on international experts. Invitations to participate in an online survey were sent out in eight cycles from January 15, 2011 to March 14, 2011. A total of 1,699 potential respondents in various countries were contacted with a focus on the US, Great Britain and Canada. In total, 159 (12%) experts took part in the online survey. Figure 2 illustrates the adapted CRMSS model after the 1st and 2nd round of expert interview and online survey, including the activities that were assigned by the interviewed CRM experts for each suggested phase. The model was fully revised and approved by an international CRM expert group. The CRMSS process model is presented in this paper.

## **3 CRM System Selection Process Model**

The process model is a formal methodology that needs to be adapted according to the individual situation of a specific company including its objectives and strategy. The model provides a framework that includes tasks, deliverables as well as supporting information. The

model was designed under the assumption that the CRM system is purchased (and then customized) and not built from scratch. Although CRM strategy and CRM implementation are crucial steps before and after an efficient CRMSS they are not part of the model and not described in this paper. The suggested minimum budget by CRM experts is 10,000 US\$ but varies according to company size and scope of the CRM implementation. The evaluations have shown that SMEs range from 100-300 concurrent users whereas large companies vary around 1,000. The average CRMSS timeframe according to our studies is between one to six months. In larger companies longer timeframes starting from four months are expected. Implementation timeframes range from seven to twelve months. Mostly selected CRM systems are from Microsoft, Oracle, SAP and Salesforce. A CRMSS tool must cover at least those four systems. The CRMSS is applicable for companies starting from 50 employees but that might vary depending on the industry and field of business.



**Figure 2: Final CRM System Selection (CRMSS) Process Model (end of Phase 3)**

### 3.1 CRMSS Phase 1: Demand Analysis

During the demand analysis, the conceptual framework is established by determining the main functional processes, system requirements, and underlying IT landscape. This includes interfaces that depend on the as-is-situation, as well as the future strategic orientation. The analysis of the as-is-situation to identify possible wins must be conducted without taking specific CRM system into consideration. All relevant interest groups must be involved throughout this phase. Top management especially needs to communicate its sponsorship to ensure quick and efficient involvement and commitment of all stakeholders. The defined scope specifies high-level requirements in order to deduct future requirements and to prepare vendor selection. Due to constant changes in the market, a detailed search for currently available solutions is required. Mandatory deliverables are the “scope & constraints” and “as-is-analysis (GAP)” whereas “user requirement analysis”, “non-functional requirements”, “system portfolio & IT architecture (blue print)”, “requirement checklist for vendor” and “underlying project data” are optional.



### **3.1.1 Scope Definition (Conceptual Framework)**

Before beginning to outline the details of the project scope, the objectives and expectations are determined, as they represent the foundation. This is taken from the CRM and company strategy. The cornerstones of the final system are assessed based on this strategy. Not only does this include the first CRM implementation scope, it also contains the vision of the target CRM system, including the long term strategy. The cornerstones include: Functional scope, non-functional requirements, system portfolio and IT architecture, quantity structure (e.g. data volumes, user number, instances, countries, and markets), available budget and economic demands, benefits and expected profit, risk management and exit strategies. The guideline for the scope definition must be limited to the essential cornerstones in order to achieve realistic requirements for evaluating an adequate CRM system package. When key performance indicators are defined as part of this phase, they help analyze and keeps track on the selection project during and after execution. These indicators also enable management to measure the success of the CRMSS. Essentially, they provide the basic tool box for measuring the success of the CRM implementation.

### **3.1.2 Process and System Requirements**

Many companies prefer external and independent consultants for the task of defining industry good-practice requirements because of the experience they have with CRMSS, available solutions and the implementation. Regardless of whether process-, IT- and/or methodology experts are involved, the future CRM system, including functions and business processes, must be sketched and defined at the very beginning. IT restrictions must be documented, at least on a high level, and are later detailed in the CRM implementation. Non-functional requirements comprise: development and test (incl. design rules, testability, configuration, and maintainability), support (incl. support handling, handover, defect or error handling, and transparency), business operations (incl. availability, SLAs, reliability, deployment, performance, disaster recovery, efficiency, networks, and resources), roll-out (incl. life-cycle management, training, help, and documentation), security (incl. data, user and system security, compliance, market restrictions, and licensing).

### **3.1.3 Interfaces**

The introduction of a CRM must also take affected systems that might already exist into consideration. Generally, CRM data that might be primarily stored in the own database must be provided to an existing ERP system or reporting systems. Further data is required from legacy systems. An analysis of all affected systems is crucial, as not all business processes need to be adjusted, but technical requirements and restrictions must also be taken into account to prevent further budget needs caused by workarounds and costly changes. When reviewing business processes, all brands, markets and other business dimensions must be involved in order to provide a framework that includes all influencing factors. Not only interfaces but the current IT architecture is evaluated to cover all IT aspects. On this basis, technical scenarios are derived that are aligned to the technical CRM specification. IT architectural decisions include, among others, SaaS vs. in-house, web vs. local installations, central vs. distributed data, single sign on and migration.

### **3.1.4 Software Market (Vendor Long List)**

The software market is evaluated, taking into account the industry, size and expectations of a specific company. Most consulting companies already provide those overviews. When creating the initial vendor list, a mix of standard and industry solutions offering broad market coverage must be included. This is an iterative process that evolves during the project, based on the specifications developed and on details collected from identified vendors. Further CRM providers can be found via Internet search. There are certain platforms that facilitate a specific search. The list of CRM vendors must be reduced to approximately 10 vendors, and these must be more closely analyzed. The number varies depending on the capacity and timeline of the project. The selection must include the following aspects: Focus on strong CRM expertise or integration into an existing ERP environment, available industry solutions, small provider or standard solution, references, sustainability, and experience. According to CRM experts in smaller CRMSS projects this is already the vendor short list with up to six vendors independent of company size or industry.

## **3.2 CRMSS Phase 2: Detailed Requirement Specification**

To derive mandatory functional criteria, target processes are specified. The outcome helps to narrow the list of potential vendors down to four to six candidates (referred to as a 'short list'). In addition, the proposed evaluation techniques are filled with the estimation metrics. A project summary, company-specific application cases for demonstration purposes, and the required costing factors are then transmitted to the selected vendors. A criteria catalogue and feedback forms are developed for internal use during pre-project sessions with potential vendors. Mandatory deliverables are "target process design", "vendor assessment criteria" and "functional criteria catalog", and "transmission material (e.g. demo scripts)".

### **3.2.1 Target Processes**

The documentation of all target processes does not include a documentation of the full scope, as a detailed analysis will be one part of the CRM implementation. It is essential to cover high level processes for which use cases must be prepared. These are provided as preparation material for the vendor presentations and are limited to the most critical scenarios. If the number of target processes and use cases is still too high to be presented and discussed in a one-day workshop, the selection must primarily represent the crucial business requirements for purposes of comparison.

### **3.2.2 Functional Criteria Definition**

In section 4.3 a basis for a functional criteria catalogue will be provided. Depending on the results of the last project phase, additional criteria that might include industry specifics is derived. By prioritizing each criterion, the catalogue is adapted to the needs of the company. There are also optional and nice-to-have criteria. For a detailed evaluation, each criterion is weighted by importance. The second assessment is limited to mandatory and optional criteria, as the catalogue must focus on the major requirements and is limited.

### **3.2.3 Vendor Identification (Short List)**

The long list is reduced to a short list (two to four vendors). The number varies according to the implementation project timeline and the CRMSS budget. Vendors are rated using knockout criteria, and where appropriate, a questionnaire. Vendors from the short list are invited to the vendor presentation in the next project phase.

### **3.2.4 Vendor Identification Creation & Transmission of Material**

The transmission material includes the deliverables from the prior phases: cover letter (incl. workshop agenda), company and CRM project overview (incl. goals and expectations), use cases (comparability of each CRM system to prevent sales presentations that might not cover crucial demands), requirement specifications, total cost calculation, and questionnaire (nonfunctional requirements and other open matters). Further material is created for internal use during vendor workshops and decision making: functional fit list (criteria catalogue that facilitates comparability and rates the functional fit), questionnaire for stakeholders (evaluates vendor presentations, and assessment sheet (evaluates the overall results).

## **3.3 CRMSS Phase 3: Vendor Presentation**

To facilitate vendor presentations, workshops that focus on obtaining a deeper insight on the degree of scope coverage are scheduled. The vendors are asked to present their solutions for the pre-defined use cases. Functional and system requirements that are mandatory for vendor-specific solutions are discussed and modified. Each party fills out a feedback form that provides evaluators with a sense of the individual “look and feel” of the proposed system solution. Subsequently, all materials are analyzed to evaluate and prioritize different vendors. “Workshop protocol” and “evaluation results presentation” in this phase are optional.

### **3.3.1 Workshop**

Results from the vendor presentation have an influence on the requirement specification. It is important to ensure a balance between the expected list of functionality and availability. In the workshops, stakeholders are provided with a questionnaire that assesses each vendor, including a subjective opinion. Based on the findings, iterations might be required that involve shaping functional criteria and target processes. This results in further vendor workshops.

### **3.3.2 Reference Visits**

Reference visits provide stakeholders with an impression of how the CRM system operates in practice. It is not crucial to visit companies working in the same industry especially as they are timely and costly. Another less costly option are conference calls with reference clients. Both provide a platform to discuss worries and risks with experienced users. Depending on budget, prototyping is also an option.

### **3.3.3 Completion and Evaluation of Collected Material**

After conducting all workshops and site visits, the information collected is evaluated. This is usually done using evaluation techniques and tools. The selection of a CRM package entails addressing a wide range of decision variables, which makes it a multi-criteria decision-making problem [4]. Criteria selection is of vital importance, as the results of scoring and ranking models depend on the assignment of criteria weights [18]. A framework of criteria will

be defined in section 4, with each criterion representing a different level of the problem. If the results are insufficient, an additional iteration is required to amplify detailed requirement specifications and conduct further workshops with the remaining vendors. The choice of an evaluation technique depends on the IT maturity level of a company and the project budget.

### **3.4 CRMSS Phase 4: Decision**

Finally, in the decision phase, the results are summarized and documented before they are presented to the interest groups. Using this approach, the decision is justified and demonstrated before the negotiation process with vendors begins. Before the first presentation, it is necessary that contract negotiations are initiated to eliminate unqualified vendors in the results presentation. All deliverables, “vendor contract”, “implementation & roll-out plan” and “decision presentation”, in this phase are mandatory.

#### **3.4.1 Final Vendor Selection**

The final vendor selection is made by the management in collaboration with the involved key stakeholders. The decision is based on the evaluated material, but should not be viewed as an irrevocable result, but rather as a supplement to final discussions.

#### **3.4.2 Presentation of Results to All Interest Groups**

The results are presented by management to demonstrate the importance and emphasize a strong commitment to the final vendor selection. By working together to determine a procedure, all stakeholders, including end users, feel involved in the decision and are more likely to accept changed processes and systems.

### **3.5 Change Management**

A CRM system implementation cannot be successful without initiating transformation and communication. CRMSS and implementation must be a technical success, but it also needs to be accepted and followed by employees using it. This part of the model includes communication to all stakeholder, transformation and organization enablement.

### **3.6 Project Management**

As any IT project the CRMSS project must be budgeted, planned and controlled to secure the strategic goals are adhered to. Ideally the project is conducted by the same project manager that is assigned to the CRM implementation later.

## **4 Criteria for CRM System Selection**

As mentioned by Farbey et al. [8], “the criteria by which a system should be judged must reflect the nature and the purposes of that system.” Evaluation criteria cannot exclusively focus on functional requirements, although these are a critical element. Cost and quality criteria are two other areas that are included from general IT selection models. A fourth area, Technical Characteristics was suggested by the CRM expert community. All areas are split up into further topics with sub-categories. The criteria selection in this section is completed as only few suggestions were made in the last evaluation cycle and all were incorporated.

#### 4.1 Quality Criteria

Quality criteria are an important component to system selection, as they cover the non-functional requirements for evaluating the vendor and its product. The contents of a full quality concept are covered by ISO/IEC 9126-1, which are used as a framework. Table 1 summarizes the most important quality criteria assessed by the initial literature review, as well as the criteria from the CRM expert surveys. Most emphasized criteria by the CRM experts are modifiability (now technical criteria), usability and user acceptance.

Criteria	Description
Popularity	Reputation, credentials, market share, product age, risk overspending budget (lifecycle)
Portability	Compatible platforms, integration into existing landscape (e.g. ERP), available interfaces
Project Management	Document management, status tracking and methodology toward achieving set objectives.
Resources	Experience and availability of external consultants and internal personnel
Security	Security levels (data and/or functional), resisting unauthorized access
Timeliness	Implementation time and duration
Training & Support	Training material, documentation (user and technical), support and services, available tools
Usability	Usefulness, user friendliness (ease of use)
User Acceptance	Acceptance of system by user

**Table 1: Overview Quality Criteria**

#### 4.2 Cost Criteria

An assessment of cost must cover all related expenses. The costs of the system itself, which include hardware and software components, preparation, installation, upgrade and maintenance costs are crucial, as these vary depending on the vendor and the software product. Personal costs include not only external consulting fees, but also an approximation of internal resources. Training and support costs account for both charges from the vendor and internal efforts. In most cases, the training materials provided are adjusted according to company-specific changes. The following list specifies cost-relevant criteria mentioned by experts in the empirical study: Maintenance, migration, preparation and installation, resources (consulting, internal), system (hardware/software), training and support, upgrade.

#### 4.3 CRM Functionality Criteria

The functional categories vary depending on the industry and culture of the company and are divided into three groups: In some cases, functional areas are assigned to operative and communicative CRM. Table 2 shows the most important functional criteria.

Criteria	Description
Account Mgmt	Sales support, contract management
Call Center	Complaint management, query & feedback management, call logging, communication support e.g. automated phone systems, help desk
Campaign Management	Design, implement and monitor campaigns for marketing information, catalogues, magazines or newsletter through diverse channels, group or segment data, programs for loyalty, retention or promotions
Contact & Customer Mgmt	Customer data incl. basic data and transaction data (sales data), information for the customer, services and campaigns, customer feedback including complaints, inquiries, suggestions
Customer Service	After-sales-service, maintenance and repair management, SLAs
Field Service	Mobility technology and options (data synchronization) incl. laptop, handheld, mobile phones, route planning, synchronization capabilities, offline functionality, work without a corporate network connection
Industry Specifics	Industry specific requirements not found in general CRM systems
Internet	Customer self-service (including e-cash), intranet with front-office company functions, web-based decision systems (DSS), Internet presentation of products and services, e-commerce
Lead & Opportunity Mgmt	Workflow to track and trace leads, acquisition management
Relationship Mgmt	Customer retention or exit management, partner (network) management, loyalty programs, scheduling
Reporting	Supporting strategic decision making, processing queries, forecasting and statistics, tools and engines for information retrieval, optimizing or profiling data, strategic and daily business analysis, monitoring, data mining, business intelligence or ad-hoc reporting
Sales Mgmt	Quotation management (including tracking and tracing), product configuration, pricing and financing options, cross- or up-selling

**Table 2: Overview Functionality Criteria**

#### 4.4 Technical Criteria

The technical categories cover all areas related to hard- and software attributes. Table 3 shows technical criteria which needs evaluation.

Criteria	Description
Data Integration	Data structure (models), information quality, data access, conversion and movement, actuality, central data base, tools (e.g. data mining)
Deployment	Technical transformation from old hard- and software environment to the new setting including # of releases, update tools
Integration & Infrastructure	data handling, interface definition, development environments and stages, system (e.g. operating system, legacy applications, security) and hardware (e.g. server, network) environment and groupware
Mobility	Available tools and hardware integrations to use the CRM system outside the company's main infrastructure
Modifiability (Scalability) & Maintainability	Degree of configuration, individual changes and adjustments, availability of source code, personalization (design, reports)
Performance & Practicability	Execution time, responsiveness, efficiency, design principles (e.g. SOA)
Reliability & Robustness	Ability to keep operating, troubleshooting, reproduction of its functions over a period of time
Scalability	Management of growing data and functionality requirements
Software & Hardware Requirements	technical standards, compatibility

**Table 3: Overview Technical Criteria**

## 5 Conclusions and Outlook

Our research focuses on the development and evaluation of an efficient CRMSS process model. A process model was developed and evaluated in two cycles by an international group of CRM experts. The two research questions above are answered as follows.

- What are the core components of an efficient CRMSS process model?

The outlined CRMSS process model covers the whole process of evaluating packaged CRM systems, after a CRM strategy has been defined and before the implementation project begins. The process model is generic and needs to be adapted according to an individual company, industry, and the project budget. As an a priori critical success factor, the CRM strategy and the basic functionality for the software must be defined in advance. To apply it in practice, the criteria template and an evaluation technique must be included also. External consulting often is crucial, but needs to be adapted to the individual case. According to CRM experts mandatory activities are scope definition, analysis of processes and the vendor selection. Optional but recommended activities are analysis of interfaces, reference visits and a vendor short list.

- What criteria must be taken into consideration in an efficient CRMSS process model?

Three criteria dimensions must be taken into consideration: quality, functionality and cost. Based on an initial literature review, a list of criteria is presented in section 4. The main part of the criteria category focuses on CRM-specific aspects. Cost and quality categories are generally relevant for IT evaluation and are the core difference to General IT system selection. In addition, the relative values and weighting for CRM do vary.

The main contribution of this paper is the outlined CRMSS process model. It enables a structured selection of a CRM system. The process model enables implications for both theory and practice. As an implication for theory, the proposed model summarizes the state of the art in CRM evaluation and generates a solid foundation to foster knowledge in this field. It becomes clear that even though some consulting companies use some good/best practice process models, these process models are only accessible internally through hiring those consultancies and in academic literature there is a lack of CRM evaluation. As an implication for practice, the process model enables to evaluate packaged CRM software that takes the specific circumstances of a company into account and guides the evaluation process. As a result, the usually high rate of implementation failures can be reduced.

Besides general limitations based on the chosen research design with restricted search criteria in the literature review, there are more specific limitations. The proposed CRM process model has not yet been applied in real-world scenarios. The authors are currently preparing a case study with a German OEM to apply the CRMSS process model. The case study is conducted in the second half of 2011. There is currently no tool in literature to support the selection process. A tool can reduce the required time and effort for CRMSS and assures compliance with the process steps. In a parallel study the authors refine the criteria catalog to develop a CRMSS tool based on the weighted scoring method which will be evaluated by CRM experts at the end of 2011.

## 6 Literature

- [1] Ahlemann, F; Gastl, H (2007): Process Model for an Empirically Grounded Reference Model Construction. In: Fettke, P. and Loos, P. (Eds.), Reference Modeling for Business Systems Analysis. Idea Group Hershey: 77-97.
- [2] Banker, R; Wattal, S; Plehn-Dujowich, JM (2010): Real Options in Information Systems – a Revised Framework, ICIS 2010 Proceedings, Paper 251.
- [3] Becker, JU; Greve, G; Albers, S (2009): The impact of technological and organizational implementation of CRM on customer acquisition, maintenance, and retention. International Journal of Research in Marketing 26(3):207-215.
- [4] Braunwarth, KS; Friedl, B (2010): Towards s Financially Optimal Design of IT Services, ICIS 2010 Proceedings, Paper 149.
- [5] Cao, J; Lin, M; Crews, J; Deokar, A; Burgoon, J (2004): The Interaction of Research Methods for System Evaluation and Theory Testing, ICIS 2004 Proceedings, Paper 23.
- [6] Colombo, E; Francalanci, C (2004): Selecting CRM packages based on architectural, functional, and cost requirements. Requirements Engineering 9(3):186-203.
- [7] Elmuti, D; Jia, H; Gray, D (2009): Customer relationship management strategic application and organizational effectiveness. Journal of Strategic Marketing 17(1):75-96.
- [8] Farbey, B; Land, F; Targett, D (1992): Evaluating Investments in IT. Journal of Information Technology 7:109-122.
- [9] Fettke, P; Loos, P (2007): Perspectives on Reference Modeling. In: Fettke, P; Loos, P (Eds.), Reference Modeling for Business Systems Analysis. Idea Group Hershey, 1-20.
- [10] Finnegan, DJ; Currie, WL (2009): A multi-layered approach to CRM implementation: An integration perspective. European Management Journal 28(2):153-167.
- [11] Frank, U (1999): Conceptual modeling as the core of the information systems discipline: Perspectives and epistemological challenges. In: AMCIS 1999 Proceedings, Milwaukee.
- [12] Friedrich, I.; Sprenger, J.; Breitner M. H. (2010): CRM Evaluation - An Approach for Selecting Suitable Software Packages, MKWI 2010 Proceedings, p. 611-622.
- [13] Friedrich, I.; Sprenger, J.; Breitner M. H. (2011): Discussion and Validation of a CRM System Selection Approach with Experts, AMCIS 2011 Proceedings, Paper 282.
- [14] Gneiser, MS (2010): Value-Based CRM. Business & Information Systems Engineering 52(2):95-104.
- [15] Howcroft, D; Light, B (2002): A Study of User Involvement in Packaged Software Selection, ICIS 2002 Proceedings, Paper 7.
- [16] Jadhav, AS; Sonar, RM (2009): Evaluating and selecting software packages: A review. Information and Software Technology 51(3):555-563.
- [17] Kim, HW; Pan, SL (2006): Towards a Process Model of Information Systems Implementation: The Case of Customer Relationship Management (CRM). The DATA BASE for Advances in Information Systems 37(1):59-76.



- [18] Marchewka, JT; Keil, M (1995): Portfolio Theory Approach for Selecting and Managing IT Projects. *Information Resources Management Journal* 8(4):5-14.
- [19] Rigby, D; Reicheld, F; Scheffer, P (2002): Avoid the four perils of CRM. *Harvard Business Review* 80(29):101-109.
- [20] Rohloff, M (2008): A Reference Process Model for IT Service Management, *AMCIS 2008 Proceedings*, Paper 2.



# **In-Memory Data Management im Einzelhandel: Einsatzbereiche und Nutzenpotentiale**

**Gunther Piller**

University of Applied Sciences Mainz, 55128 Mainz, E-Mail: [gunther.piller@fh-mainz.de](mailto:gunther.piller@fh-mainz.de)

**Jürgen Hagedorn**

SAP AG, 69190 Walldorf, E-Mail: [juergen.hagedorn@sap.com](mailto:juergen.hagedorn@sap.com)

## **Abstract**

Aktuelle Entwicklungen im Bereich In-Memory Data Management können die Art und Weise, wie betriebliche Anwendungen in Zukunft genutzt werden, signifikant verändern. So ist es möglich, große Volumen von Einzelbelegen direkt in Hauptspeichern vorzuhalten und dort mit hoher Geschwindigkeit zu bearbeiten. Um In-Memory Data Management erfolgreich einzuführen und weiterzuentwickeln, ist es notwendig zu verstehen, welche Arten von Anwendungen von dieser Technologie am meisten profitieren können. Hierzu beschreiben wir mögliche Einsatzbereiche aus dem Einzelhandel. Die Verallgemeinerung von Geschäftsprozesseigenschaften und Nutzenpotentialen führt zu typischen Anwendungsmustern.

## **1 Einleitung**

In-Memory Data Management (IMDM) ist eine stark aus der Technologie kommende Innovation: Leistungsfähige Multi-Core-Prozessoren, die Verfügbarkeit großer Hauptspeicher und neue Entwicklungen in der Datenorganisation machen es möglich, große Datenvolumen im Arbeitsspeicher vorzuhalten und dort mit hoher Geschwindigkeit zu bearbeiten [21]. Das Potenzial von IMDM für die betriebliche Datenverarbeitung wird als sehr hoch eingeschätzt [7]. Erste Anwendungen werden von Softwareherstellern bereits ausgeliefert oder als Pilotlösungen vermarktet [21, 25]. Um In-Memory-Konzepte erfolgreich in Unternehmen einzusetzen und weiterzuentwickeln, ist es notwendig zu verstehen, welche Anwendungsszenarien von dieser Technologie am meisten profitieren können. Dies ist Inhalt des vorliegenden Artikels. Beispielhaft stellen wir hierzu mögliche Einsatzbereiche aus dem Einzelhandel vor – einer Branche, in der zurzeit erste Pilotanwendungen realisiert werden. Die zugehörigen Geschäftsprozesseigenschaften und Nutzenpotentiale erlauben es typische Anwendungsmuster für In-Memory-Technologie aus [20] zu konkretisieren.

Da die Nutzung von IMDM in betrieblichen Anwendungssystemen noch ein relativ junges Gebiet ist, beschränkt sich dieser Beitrag in vielen Fällen darauf, Ideen vorzustellen und Entwicklungstendenzen aufzuzeigen.

Unser Beitrag gliedert sich wie folgt: Nach einer Zusammenfassung der Leistungsmerkmale von In-Memory-Technologie charakterisieren wir Geschäftsprozesse, für die eine Verwendung von IMDM vorteilhaft erscheint und skizzieren zugehörige Nutzenpotentiale [20]. Nachfolgend beschreiben wir mögliche Einsatzszenarien aus dem Einzelhandel, die wir dann mit typischen Anwendungsmustern identifizieren.

## 2 Möglichkeiten von In-Memory Data Management

Die Antwortzeiten für aufwändigere Berichtsabfragen in gängigen ERP- oder CRM-Systemen können in der Praxis immer noch im Minutenbereich liegen. Interaktive Analysen, Planungen oder Simulationen sind infolgedessen kaum möglich. IMDM kann diese Einschränkungen in vielen Fällen aufheben oder abschwächen. Die wesentlichen Eigenschaften dieser neuen Technologie sind [21]:

- **Kurze Antwortzeiten:** Große Datenvolumen können für Analysen, Simulationen oder Planungsläufe aufgrund kurzer Zugriffszeiten und hoher Rechengeschwindigkeit schnell verarbeitet werden. Aktuelle Lasttests zeigen, dass derzeit mit handelsüblicher Hardware unter Verwendung von 32 Kernen 10.000 Anfragen pro Stunde gegen eine Datenmenge von 1,3 Terabyte mit Antwortzeiten von weniger als einer Sekunde erzielt werden können [24].
- **Einheitliche transaktionale und analytische Datenverarbeitung:** Die in traditionellen Anwendungsarchitekturen bestehende Trennung der transaktionalen und der analytischen Verarbeitung von Daten kann - soweit sie primär die Beschleunigung der Berichtslaufzeiten zum Ziel hat - durch IMDM aufgehoben werden. Alle Daten, einschließlich der neuesten Belege, können im Hauptspeicher für beide Anwendungsarten vorgehalten werden. Verzögerungen durch das übliche Laden von Daten in ein Data Warehouse mithilfe zyklischer Batch-Prozesse entfallen. Zudem ist eine redundante Datenhaltung in operativen und analytischen Systemen nicht mehr notwendig. (Für einen aktuellen Überblick über herkömmliche analytische Informationssysteme siehe z.B. [5, 17].)
- **Datenanalyse auf Einzelbelegen:** Verdichtungen zur Beschleunigung der Antwortzeiten sind nicht mehr notwendig. Analysen und Planungen sind somit immer auf den ursprünglichen Belegdaten möglich und nicht durch vordefinierte Aggregate eingeschränkt.

## 3 Geschäftsprozesseigenschaften und Nutzenpotentiale

Allgemeine Kriterien zur Klassifizierung von IMDM-Anwendungsbereichen können sowohl „deduktiv“ aus den beschriebenen Leistungsmerkmalen von IMDM abgeleitet werden als auch „induktiv“ aus gemeinsamen Eigenschaften heute schon existierender In-Memory-Anwendungen gewonnen werden. In diesem Sinne zeichnen sich die folgenden Geschäftsprozesseigenschaften ab, um vielversprechende Einsatzgebiete von IMDM zu identifizieren:

- **Änderungsdynamik der Daten:** Wie oft und wie unvorhersehbar ändern sich die einem Geschäftsprozess zugrundeliegenden Daten?
- **Schwankungsbreite der Kenngrößen:** Wie stark ändern sich Kennzahlenwerte typischerweise und wie groß ist dadurch der potenzielle Einfluss auf den Unternehmenserfolg?

- **Anzahl der Auswertungsoptionen:** Wie viele Handlungsalternativen oder „Arbeitshypothesen“ sollten idealerweise gegeneinander abgewogen werden?
- **Dringlichkeit der Analyseergebnisse:** Werden Auswertungsergebnisse dringend benötigt, beispielsweise um extern vorgegebene Termine einzuhalten, nachfolgende, abhängige Prozessschritte auszuführen oder Analyseergebnisse noch während einer Sitzung von Fach- und Führungskräften zu verwerten?
- **Komplexität der Auswertungen:** Sind Auswertungen aufgrund der verwandten Algorithmen oder zugrundeliegenden Datenstrukturen vergleichsweise aufwändig?
- **Datenmenge:** Werden in dem betrachteten Geschäftsprozess relativ große Datenbestände verarbeitet?

Durch den Einsatz von IMDM lassen sich in Geschäftsprozessen, die sich durch die beschriebenen Kriterien qualifizieren, prinzipiell folgende Effekte erzielen:

- **Massive Steigerung der Auswertungshäufigkeit** durch drastische Verringerung der Programmlaufzeiten
- **Erhöhung der Auswertungsflexibilität** durch Wegfall von vordefinierten Auswertungshierarchien und durch die Möglichkeit, eine Vielzahl von Optionen durchzuspielen
- **Steigerung der Aktualität** der betrachteten Daten  
(bis hin zu Auswertungen fast in „Echtzeit“)
- **Vergrößerung der Datenbandbreite**, z.B. können historische und aktuelle Daten gemeinsam analysiert werden
- **Höherer Detaillierungsgrad** durch Zugriff auf Einzelbelege

Die Bewertung des Gesamtnutzens hängt natürlich davon ab, welchen betriebswirtschaftlichen Beitrag die Veränderungen der einzelnen Parameter im konkreten Anwendungsfall leisten.

## 4 Anwendungsbeispiele aus dem Einzelhandel

Im Einzelhandel gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, operative Prozesse durch schnelle Analysen großer Mengen aktueller Daten zu verbessern. Ein Einsatz von In-Memory-Technologie ist daher erfolgversprechend. Aufgrund der Neuartigkeit von IMDM-Lösungen ist die Auswertung vollständiger Fallstudien zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich. Wir beschränken uns daher auf eine Diskussion von Anwendungsbeispielen aus ersten Pilotprojekten und vielversprechenden Einsatzszenarien aus der Literatur.

Eine bedarfsorientierte Ausrichtung der Wertschöpfungskette wird im Einzelhandel immer wichtiger. Schnell auf Markt- und Kundenanforderungen zu reagieren und Gewinne durch optimierte Supply-Chain-Netzwerke zu erhöhen ist für diese Entwicklung maßgeblich [8]. Wesentlich ist die Erfassung von Informationen über das Verhalten von Konsumenten an jedem möglichen Interaktionspunkt, deren unmittelbare Analyse sowie eine sofortige Umsetzung abgeleiteter Aktivitäten in einem gut abgestimmten Netzwerk aus Konsumgüterherstellern, Distributoren und Mitarbeitern.

Wir betrachten zunächst die Analyse von Verkaufs- und Bestandsdaten sowie Verkaufsprognosen und Simulationen zur Steuerung von Supply-Chain-Prozessen. Ein anhaltend wichtiges Thema im Einzelhandel ist die Vermeidung von Out-of-Stock-Situationen. Die Out-of-Stock-Rate in Europa beträgt beispielsweise ca. 7% mit Spitzenwerten von bis zu 30% [2]. Letztere werden häufig bei Werbekampagnen erreicht. Durch Out-of-Stock (OOS) entstehende Umsatzeinbußen werden allein in Deutschland im Bereich Lebensmittel auf ca. 1 Milliarde Euro pro Jahr beziffert [28]. Zudem führt OOS zu empfindlichen Kundenverlusten. Für genussorientierte Markenprodukte, wie Bier, Chips oder Cola, sind diese besonders groß [28]. Ursachen für OOS sind typischerweise späte oder ungenügende Bestellungen, falsche Vorhersagen oder Probleme bei der Regalauffüllung [9].

#### 4.1 Analyse von Verkaufs- und Bestandsdaten

Die Analyse aktueller Verkaufs- und Bestandsdaten ist im Einzelhandel von großer Bedeutung. Für operative Zwecke, wie z.B. zur Steuerung von Lieferungen, zur Vermeidung von OOS-Situationen oder zur Koordination von Kampagnen, ist die Erfassung und Auswertung neuester Daten in Echtzeit erforderlich (für Beispiele und Diskussionen siehe [16, 19]). Für die typischen Ausprägungen der Geschäftsprozesseigenschaften aus Abschnitt 3 findet man:

- **Änderungsdynamik und Schwankungsbreite der Daten: hoch** – Schwankungen von Verkaufszahlen können im Einzelhandel kurzfristig auftreten und sehr hoch sein. Beispielsweise sind bei Werbeaktionen Verkaufszuwächse zwischen 300-500% innerhalb kurzer Zeit keine Seltenheit [18].
- **Anzahl der Auswertungsoptionen: niedrig** – Vergleicht man bei der Überwachung von Beständen operative Belegdaten, so ist die Anzahl verschiedener Analyseoptionen typischerweise gering.
- **Dringlichkeit der Analyseergebnisse: hoch** – Einzelhandelsfilialen werden zum Teil zehn Mal pro Tag aus Distributionslagern beliefert [11]. Eine optimale Abstimmung der aktuellen Bestandssituation in verschiedenen Märkten mit Bestellungen und Lieferungen erfordert zumindest stündliche Entscheidungen über konkrete Lieferpositionen.
- **Komplexität der Auswertung: niedrig** – Ein Vergleich operativer Daten auf vorgegebenen Bezugsstrukturen, wie z.B. SKUs (Stock Keeping Units), ist typischerweise von geringer Komplexität.
- **Datenmenge: hoch** – Große Einzelhändler erfassen täglich 30 Millionen oder mehr Point-of-Sales-Positionen (POS). Bestandsdaten ergeben sich durch die multiplikative Verknüpfung von Filialen und Artikeln. Bei großen Einzelhandelsketten sind 100 Millionen Datensätze pro Tag keine Seltenheit [26].

Als nächsten Schritt betrachten wir die durch IMDM veränderbaren Einflussgrößen *Auswertungshäufigkeit*, *Flexibilität*, *Aktualität*, *Bandbreite* und *Detaillierungsgrad* aus Abschnitt 3. Sie sind maßgebliche Indikatoren für neues Nutzenpotenzial durch einen Einsatz von IMDM.

Für eine Überwachung aktueller Verkaufs- und Bestandsdaten sind vordefinierte Standardberichte oft ausreichend. Eine Erhöhung der Auswertungsflexibilität ist in diesem Anwendungsfall daher meist nicht notwendig. Ferner werden auch heute schon – ohne

IMDM – nicht aggregierte POS- und Bestandsdaten verwendet. Eine Erhöhung des Detaillierungsgrads ist somit kaum möglich. Die zeitliche Bandbreite der genutzten Daten ist gering: Es werden normalerweise nur aktuelle Daten verwendet. Eine Vergrößerung der Datenbandbreite durch die gleichzeitige Berücksichtigung historischer Daten ist in diesem Anwendungsfall meist nicht zweckmäßig. Optimierungspotential bieten:

- **Aktualität:** Derzeit werden in Filialen aktuelle Abverkaufs- und Bestandsdaten meist mehrmals am Tag erfasst. Eine Auswertung erfolgt typischerweise zentral [4]. Durchgeführte Analysen benötigen häufig mehrere Stunden. Ihre Ergebnisse basieren daher auf POS-Daten, die einige Stunden alt sind. Verkaufsschwankungen, die nach einer Datenerfassung eingetreten sind, können somit oft erst nach einem halben Tag – nach Abschluss der nächsten Analyse – erkannt werden.

Mit IMDM können Verkaufs- und Bestandsdaten in wenigen Minuten analysiert werden. Die entsprechenden Ergebnisse enthalten aktuellste Informationen. Änderungen im Kaufverhalten von Konsumenten könnten unmittelbar erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Das OOS-Risiko könnte somit verringert werden. Gegebenenfalls ist auch eine Reduktion von Sicherheitsbeständen möglich.

- **Auswertungshäufigkeit:** Aufgrund des gerade beschriebenen Zeitverzugs von mehreren Stunden zwischen der Erfassung von POS-Daten und dem Vorliegen von Untersuchungsergebnissen ist eine fortwährende, zeitnahe Kontrolle von Abverkäufen durch höhere Analysefrequenzen mit herkömmlichen Anwendungssystemen nicht möglich.

Durch IMDM können Echtzeitreaktionen kontinuierlich erfasst werden. Dies kann insbesondere bei Werbekampagnen von großem Vorteil sein. Mit hoher Frequenz durchgeführte aktuelle Vergleiche der Umsatzzahlen anlaufender Kampagnen aus mehreren Filialen machen eine schnelle Optimierung von Werbeaktivitäten möglich. So können zügig eingeleitete Verbesserungen unterstützender, nicht-preisbezogener Verkaufsfördermaßnahmen den Start und Verlauf einer Kampagne wesentlich beeinflussen. Beispiele hierfür sind Veränderungen der Platzierung von Produkten oder zusätzliche Werbung am POS [10].

Ferner kann durch eine fortwährende Analyse von POS-Daten zeitnah festgestellt werden, ob schnelldrehende Produkte über einen untypischen Zeitraum nicht verkauft wurden, obwohl ihr Bestand unkritisch ist. Hieraus kann auf Probleme bei der Regalauffüllung geschlossen werden [3]. Automatisch ausgelöste Warnmeldungen an das Personal einer Einzelhandelsfiliale könnten dann unmittelbar für Abhilfe sorgen.

Die hier identifizierten Merkmale und Potentiale können zur Charakterisierung des Anwendungsmusters *Operatives Reporting* verallgemeinert werden [20]. Dessen Einordnung bezüglich der Kriterien aus Abschnitt 3 zeigt Bild 1.

Operatives Reporting	
Geschäftsprozess- eigenschaften	Hohe Änderungsdynamik und Schwankungsbreite der Daten aufgrund ihres operativen Charakters
	Hohe Dringlichkeit, da kritische Situationen sofort identifiziert werden sollten, um kurzfristig gegensteuern zu können
	In vielen Fällen sehr großes Datenvolumen, da einzelne Transaktionen zu betrachten sind
Nutzen- potentiale	Steigerung der Datenaktualität, so dass operative Entscheidungen unter Berücksichtigung der jeweils neuesten Faktenlage gefällt werden können
	Erhöhung der Analysefrequenz bis hin zu quasi kontinuierlich mitlaufenden Auswertungen, so dass sich die resultierenden Berichte jederzeit in operativen Prozessen nutzen lassen, ohne diese zu verzögern

Bild 1: Operatives Reporting

## 4.2 Untersuchung von Handlungsoptionen bei Lieferengpässen

Werden bei einer standardmäßigen Überwachung von Verkaufs- und Bestandsdaten Warnmeldungen ausgelöst, z.B. durch einen plötzlichen Ausfall von Lieferungen, sind Standardberichte häufig nicht mehr ausreichend. In diesen Fällen ist es oft notwendig, mögliche Handlungsalternativen explorativ zu analysieren. Die typischen Ausprägungen der Prozesseigenschaften *Änderungsdynamik*, *Schwankungsbreite*, *Dringlichkeit* und *Datenvolumen* entsprechen dem Anwendungsfall in 4.1. Unterschiedlich ist hingegen oft:

- **Anzahl der Auswertungsoptionen: mittel/hoch** – Bei bevorstehenden OOS-Situationen ist es hilfreich alternative Handlungsoptionen zu untersuchen. Beispielsweise kann die Bestandssituation für verschiedene SKUs in mehreren Filialen miteinander verglichen werden, um den Umfang der OOS-Risiken zu bewerten. Zudem können verschiedene Möglichkeiten für Ersatzlieferungen in Bezug auf Kriterien, wie z.B. Liefertermin, Kosten oder Marge untersucht werden. Auch kann die Verfügbarkeit von Ersatzprodukten analysiert werden.

Die Nutzenpotentiale von IMDM für die Parameter *Aktualität* und *Auswertungshäufigkeit* ergeben sich analog zu dem vorangehenden Anwendungsfall. Weitere Vorteile sind für *Flexibilität* und *Bandbreite* zu erwarten:

- **Aktualität:** Explorative Analysen können mit IMDM ad hoc, auf Basis aktueller Verkaufs- und Bestandsdaten durchgeführt werden. Hierdurch wird eine zeitgenaue Bewertung von OOS-Risiken und möglichen Handlungsalternativen möglich. Möchte man beispielsweise Kunden für ausverkaufte Produkte guten Gewissens auf andere Filialen verweisen, so sollten dort passende Bestände auf absehbare Zeit vorrätig sein.
- **Flexibilität und Auswertungshäufigkeit:** Die Zeitverzögerung bei der Auswertung von aktuellen Verkaufs- und Bestandsdaten erschwert eine iterative, flexible Analyse nach verschiedenen, vorher nicht festgelegten Untersuchungskriterien. Auch sind Ad-hoc-Analysen beim Auftreten unvorhergesehener Ereignisse, wie z.B. bei einem unerwarteten Verlauf einer Werbeaktion, kaum durchführbar. Mit IMDM können aktuelle Analysen innerhalb weniger Sekunden erstellt werden. So sind explorative Untersuchungen nach frei wählbaren Merkmalen möglich. Analysepfade können iterativ bearbeitet werden. Auch können Ad-hoc-Auswertungen durchgeführt und gegebenenfalls sofort in operative



Aktivitäten umgesetzt werden. Beispielsweise könnten Kunden bei einer bevorstehenden OOS-Situation zeitgerecht über den nächsten Liefertermin, Ersatzprodukte oder die Verfügbarkeit der betreffenden Produkte in anderen Filialen informiert werden [6, 28].

- **Bandbreite:** Um die Auswirkungen verschiedener Handlungsoptionen besser einschätzen zu können, kann man mit IMDM neben aktuellen auch historische Daten verwenden. Beispielsweise können Daten aus der Vergangenheit Aufschluss über mögliche Änderungen des Kaufverhaltens in verschiedenen Kundensegmenten bei einem Verweis auf andere Filialen oder bei einer Empfehlung von Ersatzprodukten geben.

Der hier skizzierte Anwendungsfall entspricht im Wesentlichen dem Muster *Explorative Analyse von Massendaten* [20], das in Bild 2 zusammengefasst wird.

Explorative Analyse von Massendaten	
Geschäftsprozess-eigenschaften	Hohe Schwankungsbreite der Kenngrößen
	Hohe Anzahl von Auswertungsoptionen
	Hohe Dringlichkeit der Analyseergebnisse um hochgradig iterative Untersuchungen durchführen zu können
	Große Datenvolumen
Nutzen-potentiale	Steigerung der Auswertungshäufigkeit
	Erhöhung der Analyseflexibilität, z.B. entlang veränderbarer betrieblicher Bezugsstrukturen
	Vergrößerung der Datenbandbreite, z.B. zum Vergleich aktueller und historischer Geschäftsvorfälle
	Maximaler Detaillierungsgrad durch eine Analyse von Einzelbelegen

**Bild 2:** Explorative Analyse von Massendaten

### 4.3 Verkaufsprognosen und Simulationen

Um drohenden OOS-Situationen entgegenzutreten, sind neben aktuellen Verkaufszahlen auch Prognosen über künftige Abverkäufe notwendig. Insbesondere bei Werbeaktionen mit signifikant höheren OOS-Raten [2] sind zeitgenaue Vorhersagen für einzelne SKUs entscheidend. Das Potential zur Verbesserung von Vorhersagen ist groß. Entsprechende Fehler liegen laut [12] zwischen 30-140%. Typischerweise beruhen Vorhersagen auf Analysen von Verkaufsdaten der Vergangenheit sowie der Anpassung von Prognosemodellen an aktuelle Trends (z.B. [14]). Je genauer eine Prognose auf eine individuelle Verkaufssituation zugeschnitten werden kann, umso größer ist die zu erwartende Vorhersagekraft. Möglicher Unsicherheiten können mithilfe von Simulationen abgeschätzt werden.

Die charakteristischen Werte für *Änderungsdynamik*, *Schwankungsbreite* und *Dringlichkeit* entsprechen den Ausprägungen von Abschnitt 4.1. Änderungen sind typischerweise für folgende Merkmale zu erwarten:

- **Anzahl der Auswertungsoptionen: mittel/hoch** – Die Notwendigkeit verschiedene Szenarien für Abverkäufe bei Werbeaktionen durchzuspielen, führt zu einer Zunahme der Auswertungsoptionen. So können beispielsweise Verhaltensänderungen von Kunden wie Produktwechsel, Steigerung der Verbrauchsmengen oder Vorratshaltung analysiert werden.

- **Komplexität der Auswertung: hoch** – Bei Sortimentsüberlegungen oder bei der Planung von Werbeaktionen kommen oft komplexe Modelle zum Einsatz. Beispiele sind Untersuchungen von Sentiments oder Assoziationsanalysen von Warenkorbdaten [1].

Ferner ist das Datenvolumen meist höher als im Anwendungsfall 4.1, da in Verkaufsprognosen häufig historische Abverkaufdaten aus mehreren Monaten eingehen. Eine Auswertung von etlichen hundert Millionen Kassensystemdaten ist somit keine Seltenheit. In Bezug auf IMDM entsteht potentieller Mehrwert vornehmlich in Bezug auf die Parameter:

- **Auswertungshäufigkeit:** In vielen Fällen werden Prognosen für Werbeaktionen allenfalls auf Tagesbasis durchgeführt [12]. Große Datenmengen und mehrstündige Programmlaufzeiten führen dazu, dass Vorhersagen meist nachts erstellt werden. Mit IMDM können Prognosen voraussichtlich in Sekunden oder Minuten durchgeführt werden. Ein wesentlich häufigerer Einsatz ist somit möglich. Dies sollte zu einer signifikanten Steigerung der Vorhersagegenauigkeit führen.
- **Aktualität:** Derzeit werden Vorhersagen für Werbeaktionen höchstens täglich durch Verkaufszahlen des Vortags aktualisiert [12]. Mit IMDM können Parameter von Prognosemodellen während einer Werbeaktion in kürzeren Abständen an aktuelle Verkaufsdaten angepasst werden. Damit wird die Aussagekraft von Vorhersagen erhöht. Beispielsweise könnten so aktionsspezifische Änderungen des Kaufverhaltens von Kunden in Bezug auf verschiedene Packungsgrößen eines Produkts zeitnah berücksichtigt werden [13].
- **Flexibilität:** Wie bereits erwähnt, werden Absatzprognosen meist nachts erstellt. Interaktive weiterführende Simulationen - „was-wäre-wenn-Analysen“ - verschiedener potentieller Entwicklungen einer Kampagne sind somit kaum möglich. Aufgrund schneller Antwortzeiten könnten mithilfe von IMDM verschiedene Szenarien für Werbeaktionen untertags simuliert und unmittelbar im Detail weiterführend untersucht werden. Beispielsweise könnten so die Konsequenzen möglicher Verhaltensänderungen von Laufkunden und loyalen Kunden während einer Werbeaktion abgeschätzt werden [12]. Ein Ergebnis derartiger Simulationen wäre eine aussagekräftige Bewertung der Unsicherheit von Vorhersagen.
- **Datenbandbreite:** Mit IMDM können in Vorhersagen neben historischen Kampagnendaten auch aktuellste Verkaufszahlen einbezogen werden. Zudem sind Informationen bei Verwendung geeigneter Integrationsarchitekturen filialübergreifend nutzbar. Eine große Bandbreite von Daten ermöglicht Ergebnisse hoher statistischer Relevanz. Beispielsweise könnten Änderungen des Kaufverhaltens verschiedener Kundensegmente während einer Werbeaktion im Detail analysiert werden [12]. Vergleiche mit dem Verhalten in früheren Kampagnen und mit Werbeaktionen in anderen Filialen könnten dann zu genaueren Vorhersagen führen.

Für Vorhersagen passen die hier identifizierten Merkmale und Potentiale zum Anwendungsmuster *Adaptive Planung*. Für Simulationen trifft das Muster *Komplexe Auswertungsverfahren* zu [20]. Bild 3 und 4 zeigen Zusammenfassungen.

<b>Adaptive Planung</b>	
Geschäftsprozess - eigenschaften	Teilweise hohe Änderungsdynamik (z.B. wenn die letzten Kundennachfragen berücksichtigt werden sollen)
	Hohe Anzahl potenziell durchzuspielender Planungsoptionen
	Hohe Dringlichkeit der Planungsergebnisse, um nachfolgende Schritte initiieren zu können
	Hohe Komplexität der Planungsalgorithmen
	Hohe Datenmenge, z.B. insbesondere bei filialübergreifender Planung
Nutzen- potentiale	Häufigere Planungsläufe mit unterschiedlichen Varianten
	Erhöhung der Aktualität, so dass Planungsergebnisse besser auf momentane Gegebenheiten abgestimmt werden können
	Steigerung der Datenbandbreite, so dass eine unternehmensweite, integrierte Planung möglich wird
	Größere Detaillierung der Planungsobjekte

**Bild 3: Adaptive Planung**

<b>Komplexe Auswertungsverfahren</b>	
Geschäftsprozess- eigenschaften	Hohe Änderungsdynamik der Daten
	Viele Entscheidungsoptionen mit signifikant unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen Konsequenzen
	Hohe Dringlichkeit von Entscheidungen zur schnellen Fortsetzung operativer Prozesse
	Teilweise sehr komplexe Auswertungen
	Hohe Datenmenge
Nutzen- potentiale	Steigerung der Auswertungshäufigkeit
	Erhöhung der Flexibilität; unterschiedliche Strategien können durchgespielt werden
	Steigerung der Datenaktualität, so dass ad hoc durchgeführte Auswertungen die augenblickliche Geschäftssituation gut widerspiegeln

**Bild 4: Komplexe Auswertungsverfahren**

#### 4.4 Neue Entwicklungen im Einzelhandel

In den vorangegangenen Abschnitten wurden Beispiele für die Bedeutung einer zeitnahen Verarbeitung großer Volumen von Echtzeitinformationen in gegenwärtigen operativen Prozessen des Einzelhandels beschrieben. Durch den Einsatz neuer Technologien und Verfahren im Einzelhandel (z.B. [15]) werden die Einsatzmöglichkeiten und der potentielle Nutzen von IMDM voraussichtlich stark zunehmen.

Beispielsweise ermöglicht die Verwendung von RFID eine schnelle Identifikation und Ortung einzelner Packungseinheiten oder Produkte (siehe z.B. [27]). Mithilfe automatischer Bestellsysteme könnte dann das OOS-Risiko weiter reduziert werden [28]. Im Gegensatz zu Barcodes erlaubt es RFID Produktdaten überall zu erfassen - nicht nur an ausgewählten Schnittstellen der Logistikkette, wie z.B. beim Wareneingang oder Kassiovorgang. Zudem kann RFID zusätzliche Informationen liefern, beispielsweise das Verfallsdatum von Waren. Diese neuen Möglichkeiten werden zu einer starken Zunahme von Echtzeitinformationen führen [23]. Ihre Integration und Verwendung stellt eine wesentliche Herausforderung dar

[22]. Beispiele für neue Anwendungsmöglichkeiten von IMDM im operativen Verkaufsbetrieb sind: Vermeidung von Out-of-Shelf-Situationen, Optimierung der Regalbestückung nach z.B. Frische und Verfallsdatum von Lebensmitteln, Identifikation und Umlagerung falsch platzierter Produkte, unmittelbare Erfassung und Verringerung von Produktschwund [15]. *Operatives Reporting, Adaptive Planung* und *Komplexe Auswertungsverfahren* sind die hier hauptsächlich anzutreffenden Anwendungsmuster.

Neues Potential für die Verwendung von IMDM bieten auch derzeit erprobte Technologien wie der Personal Shopping Assistant, Kundenverfolgung in Echtzeit, elektronische Preisschilder oder digitale Werbung [15]. Beispielsweise könnten aktuelle Warenkorbdaten einzelner Kunden mit Informationen über Einkaufsgewohnheiten und Verhalten ähnlicher Kunden in Echtzeit verglichen werden. Ein Personal Shopping Assistant kann dann während eines Einkaufs passende Vorschläge übermitteln. Ebenso könnte die digitale Werbung in einer Filiale auf das Kaufverhalten momentan anwesender Kunden abgestimmt werden. Dieser Anwendungsfall passt im Wesentlichen auf das Muster *Auswertung von Daten aus Endverbrauchergeräten* [20], das in Bild 5 zusammenfassend dargestellt wird.

Auswertung von Daten aus Endverbrauchergeräten	
Geschäftsprozess-eigenschaften	Extrem hohe Änderungsdynamik von Konsumentendaten
	Potenziell hohe Schwankungsbreite
	Viele Gestaltungsalternativen, beispielsweise bei der Ausgestaltung von Werbeaktionen
	Hohe Dringlichkeit, um kurzfristig auf bestimmte Verhaltensmuster von Konsumenten reagieren zu können
	Hohe Komplexität von Auswertung, z.B. bei Simulationen
	Extrem hohes Datenaufkommen
Nutzen-potentiale	Massive Steigerung der Auswertungshäufigkeit, z.B. kontinuierlicher Datenzugriff durch Endverbraucher
	Signifikante Erhöhung der Analyseflexibilität: Die Auswirkungen von unterschiedlichen Maßnahmen, beispielsweise zur Preisgestaltung im Einzelhandel, können unmittelbar simuliert werden.
	Steigerung der Aktualität: Sämtliche Auswertungen beziehen sich auf das aktuelle Konsumentenverhalten.
	Maximale Datenbandbreite: Idealerweise stehen sämtliche aktuellen und historischen Daten zur Verfügung.
	Sehr hoher Detaillierungsgrad: So lässt sich das Verhalten von Konsumenten in sehr kurzen Zeitabständen erfassen und analysieren.

**Bild 5:** Auswertung von Daten aus Endverbrauchergeräten

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Artikel zeigt aktuelle und zukünftige Schwerpunkte des Einsatzes von IMDM in betrieblichen Anwendungen auf. Erste, vielversprechende Anwendungsmuster mit passenden Beispielen aus dem Einzelhandel werden vorgestellt. Es handelt sich bei unseren Betrachtungen um eine aktuelle Momentaufnahme. Dies ist vor allem der Tatsache geschuldet, dass sich die Nutzung von IMDM in Applikationen zur Unternehmenssteuerung noch in einer relativ frühen Phase befindet. Detailanalysen vollständiger Fallstudien müssen daher zukünftigen Arbeiten vorbehalten bleiben.

Es zeichnet sich schon jetzt deutlich ab, dass die In-Memory-Technologie massive Auswirkungen auf die Neugestaltung bestehender betrieblicher Anwendungen und die Art ihrer Nutzung haben wird. Applikationen, die heute aufgrund ihrer langen Laufzeiten nur Batch-artig betrieben werden können, werden sich durch IMDM zu interaktiv, explorativ und ad hoc nutzbaren Lösungen entwickeln.

## 6 Literatur

- [1] Ahlert, D.; Becker, J.; Knackerstedt, R.; Wunderlich, M. (2002): Customer Relationship Management im Handel. Springer.
- [2] Roland Berger Strategy Consultants (2002): Optimal Shelf Availability. ECR Europe Conference, Barcelona.
- [3] Buhr, C. (2006): Ein Verfahren zur automatischen Erkennung leerer Regale im Einzelhandel. In: Olbrich, R. (Hrsg.), *Marketing-Controlling mit POS-Daten, Analyseverfahren für mehr Erfolg in der Konsumgüterwirtschaft*. Deutscher Fachverlag.
- [4] Becker, J.; Vering, O.; Winkelmann, A. (2007): Softwareauswahl und -einführung in Industrie und Handel. Springer.
- [5] Chamoni, P.; Gluchowski, P. (2010): Analytische Informationssysteme. Springer, Berlin.
- [6] Erasmus Food Management Institute (2000): Out-of-Stock, Out-of-Business? EFMI Rotterdam.
- [7] Gartner (2011): Gartner Identifies Nine Key Data Warehousing Trends for the CIO in 2011 and 2012. <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1542914>. Abgerufen am 15.6.2011.
- [8] Gartner (2011): The Gartner Supply Chain Top 25 for 2011. <http://my.gartner.com/portal/server.pt?open=512&objID=260&mode=2&PageID=3460702&resId=1709016&ref=QuickSearch&stkw=demand+driven+retailer#h-N68331>. Abgerufen am 15.6.2011.
- [9] Gruen, T.; Corsten, D.; Bharadwaj, S. (2002): Retail Out-of-Stock: A Worldwide Examination of Extent, Causes and Consumer Responses. Grocery Manufacturers of America, The Food Marketing Institute and CIES - The Food Business Forum.
- [10] Gedenk, K. (2002): Verkaufsförderung. Vahlen.
- [11] Grewal, D.; Krishnan, R.; Levy, M.; Munger, J. (2010): Retail Success and Key Drivers. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [12] Huchzermeier, A.; Iyer, A. (2010): Supply Chain Management in a Promotional Environment. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [13] Huchzermeier, A.; Iyer, A.; Freiheit, J. (2002): The Supply Chain Impact of Smart Customers in a Promotional Environment. *Manufacturing & Service Operation Management* 4(3).
- [14] van Heerde, H.; Leeflang, P.; Wittink, D. (2002): How Promotions Work: SCAN\*PRO-based evolutionary model building. *Schmalenbach Business Review* 54.

- [15] Kayanam, K.; Lal, R.; Wolfram, G. (2010): Future Store Technologies and Their Impact on Grocery Retailing. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [16] Krafft, M.; Mantrala, M. (2010): *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [17] Mertens, P.; Meier, M. (2009): Integrierte Informationsverarbeitung II. 10. Aufl., Gabler.
- [18] Narasimhan, C.; Neslin, S.; Sen, S. (1996): Promotional Elasticities and Category Characteristics. *Journal of Marketing* 60.
- [19] Olbrich, R. (2006): Marketing-Controlling mit POS-Daten, Analyseverfahren für mehr Erfolg in der Konsumgüterwirtschaft. Deutscher Fachverlag.
- [20] Piller, G.; Hagedorn, J. (2011): Einsatzpotentiale für In-Memory Data Management in betrieblichen Anwendungssystemen. *Wirtschaftsinformatik und Management* 5.
- [21] Plattner, H.; Zeier, A. (2011): In-Memory Data Management. Springer.
- [22] Ravi, V.; Raman, K.; Mantrala, M. (2010): Application of Intelligence Technologies in Retail Marketing. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.
- [23] Schumann, E. (2004): Will Users Get Buried Under RFID Data? eWeek.com. <http://www.eweek.com/c/a/Enterprise-Applications/Will-Users-Get-Buried-Under-RFID-Data>. Abgerufen am 15.6.2011.
- [24] AP Inside (2011): First HANA Performance Results Released. [http://www.insidesap.com.au/\\_blog/News/post/First\\_HANA\\_performance\\_results\\_released/](http://www.insidesap.com.au/_blog/News/post/First_HANA_performance_results_released/). Abgerufen am 15.6.2011.
- [25] Sinzig, W.; Sharma, K. (2011): In-Memory-Technologie: Verbesserungen bei Planung, Simulation und Entscheidungsunterstützung. *Wirtschaftsinformatik und Management* 2.
- [26] Schütte, R.; Vering, O. (2004): Erfolgreiche Geschäftsprozesse durch standardisierte Warenwirtschaftssysteme: Marktanalyse, Produktübersicht, Auswahlprozess. Springer.
- [27] Schürmann, A.; Wiechert, T. (2007): Reduktion von Out-of-Stock Situationen im Einzelhandel durch die Neugestaltung der Filialprozesse. M-Lab Working Reports, Universität St. Gallen / M-Lab.
- [28] Verhoef, P.; Sloat, L.: Out-of-Stock (2010): Reactions, Antecedents, Management Solutions, and a Future Perspective. In: Krafft, M.; Mantrala, M. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century*. Springer.

# **Handlungsfelder der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik im Kontext der Digitalen Fabrik**

## **Philip Hollstein**

Universität Stuttgart, Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering (GSaME), 70569 Stuttgart-Vaihingen, E-Mail: philip.hollstein@gsame.uni-stuttgart.de

## **Jens Lachenmaier**

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70174 Stuttgart, E-Mail: lachenmaier@wi.uni-stuttgart.de

## **Heiner Lasi**

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70174 Stuttgart, E-Mail: lasi@wi.uni-stuttgart.de

## **Hans-Georg Kemper**

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70174 Stuttgart, E-Mail: kemper@wi.uni-stuttgart.de

## **Abstract**

In Wissenschaft und Praxis beschäftigen sich unterschiedliche Disziplinen mit Methoden, Konzepten und Werkzeugen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit industrieller Unternehmen. Hierfür hat sich der Begriff der Digitalen Fabrik interdisziplinär etabliert, wobei festzustellen ist, dass ein einheitliches und disziplinübergreifendes Verständnis bisher nicht existiert. In diesem Beitrag werden daher die verschiedenen Definitionen für die Digitale Fabrik aufgezeigt sowie deren Bestandteile strukturiert dargestellt. Darauf aufbauend erfolgt die forschungstheoretisch begründete Zuordnung derjenigen Teilgebiete, die zu den Handlungsfeldern der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik gehören. Basierend auf der Erkenntnis, dass die Digitale Fabrik bisher ingenieurwissenschaftlich getrieben ist, werden für die identifizierten Felder Handlungsempfehlungen für die Wirtschaftsinformatik abgeleitet.

## **1 Ausgangslage und Motivation**

Der Produktentstehungsprozess (PEP), d.h. die Produktentwicklung und die Produktion, stellt in industriellen Unternehmen einen – wenn nicht den – Kernprozess dar, der den Unternehmenserfolg maßgeblich determiniert. Daher liegt dieser im Fokus unterschied-

lichster Disziplinen: Ingenieursdisziplinen gestalten Methoden und Verfahren, um technische Eigenschaften von Produkten zu verbessern. Ebenfalls im Fokus von Ingenieuren steht die Entwicklung und Anwendung von Fertigungsverfahren, welche die Realisierbarkeit sowie das Erreichen der erforderlichen Qualität garantieren. Naturwissenschaftliche Disziplinen steuern Technologien, neue Werkstoffe und numerische Methoden für Berechnungsaufgaben bei. Und nicht zuletzt sind betriebswirtschaftliche Disziplinen beteiligt, die wirksame Methoden und Konzepte für das Management des PEP beitragen [29]. Mit der zunehmenden Unterstützung der Aufgaben im PEP durch Informationstechnologie (IT) hat sich seit etwa 10 Jahren der Begriff der Digitalen Fabrik (DIFA) für eine ganzheitliche Unterstützung industrieller Unternehmen mittels IT etabliert [6].

Eine Analyse der Veröffentlichungen im Kontext der DIFA zeigt jedoch, dass - obwohl es sich um einen zentralen und interdisziplinären Themenbereich handelt - bisher nur sehr wenige Beiträge der Wirtschaftsinformatik (WI) diesem Bereich gewidmet sind. Engel u.a. [6] kommen nach einer breit angelegten Literaturrecherche in Publikationen der deutsch- und englischsprachigen Fachpresse sowie öffentlich zugänglichen Vorträgen im Zeitraum 1998 bis 2009 zu dem Ergebnis, dass sich 461 relevante Artikel mit Methoden, Modellen, Werkzeugen, dem Datenmanagement und der Integration im Kontext der DIFA beschäftigen. Im selben Zeitraum wurden in den Fachorganen der deutschsprachigen, gestaltungsorientierten WI (Wirtschaftsinformatik, HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik und InformatikSpektrum) insgesamt nur sechs Beiträge publiziert, die einen expliziten Bezug zur „Digitalen Fabrik“ beinhalten. Dies zeigt sehr deutlich, dass die DIFA bisher sehr stark von den Ingenieursdisziplinen vorangetrieben wird und der Beitrag aus der WI eher gering ist. Dies führt zur Frage, ob die DIFA nur Randbereiche der gestaltungsorientierten WI berührt oder ob - und ggf. in welchen Bereichen - die gestaltungsorientierte WI einen stärkeren Beitrag leisten könnte.

## **2 Zielsetzung und Vorgehensweise**

Die DIFA stellt ein heterogenes und interdisziplinäres Konstrukt dar. Vorarbeiten legen den Schluss nahe, dass es im Kontext der DIFA auch Handlungsfelder der WI geben kann. Eine strukturierte Ableitung dieser Handlungsfelder konnte jedoch nicht identifiziert werden. Das Ziel dieses Beitrags ist daher die Identifikation derjenigen Bestandteile der DIFA, zu denen die gestaltungsorientierte WI einen Beitrag leisten kann. Hierzu werden zunächst verschiedene Definitionen des Begriffes DIFA auf Basis einer interdisziplinär angelegten Literaturrecherche diskutiert. Darauf aufbauend erfolgt eine Ableitung und strukturierte Darstellung der Bestandteile der DIFA. Auf Basis einer Abgrenzung der Forschungsansätze der gestaltungsorientierten WI und der Ingenieurwissenschaften wird eine Tabelle erstellt, die eine Zuordnung der Bestandteile der DIFA zu den Forschungsdisziplinen ermöglicht. Abschließend werden für den Bereich der gestaltungsorientierten WI Handlungsfelder im Bereich der DIFA abgeleitet und kritisch diskutiert.

## **3 Definition der Digitalen Fabrik in wissenschaftlichen Disziplinen**

Den Ablauf einer Produktion oder eine gesamte Fabrik zu planen und die anfallenden Anlaufschwächen zu vermeiden, ist eine der größten Herausforderungen der ingenieurwissenschaftlichen Forschung [2, 20]. Seit Ende der neunziger Jahre wurde an der Thematik



der digitalen Planung für die Fabrik und ihren Produktionsstraßen gearbeitet. Dabei wurde die Vision der Digitalisierung und Virtualisierung von Fabriken und deren beinhalteten Objekten stetig vorangetrieben. 1998 stellten Schuh, Millarg und Göransson [13] in einer der ersten Studien zum Thema virtuelle Fabriken fest, dass dieser Bereich noch sehr jung für eine abschließende Definition, aber sehr wohl reif für eine intensive Diskussion sei [13, 25]. In der Literatur wurden um die Jahrtausendwende erste Konzepte und Umriss für diese Thematik aus unterschiedlichen Perspektiven aufgezeigt und unter dem Begriff der DIFA, je nach Betrachtungsperspektive, unterschiedlich abgegrenzt. Aufgrund der Interdisziplinarität und vielseitigen IT-Durchdringung (Digitalisierung) in nahezu allen Bereichen eines Unternehmens hat sich bis heute keine feste und allgemein akzeptierte Definition für den Bereich der DIFA herauskristallisiert. Daher werden im Folgenden unterschiedliche Definitionsansätze kurz vorgestellt und diskutiert.

Die Durchdringung des PEP mit sogenannten „Computer Aided“-Anwendungssystemen (CAx), die sich in die Bereiche Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), Computer Aided Planning (CAP), Computer Aided Quality (CAQ) etc. einteilen lassen und dadurch informationstechnische Insellandschaften bilden [17, 35], ist eine wesentliche Voraussetzung für den Betrieb einer DIFA.

Hehenberger [8], Krause [24], Bracht und Masurat [20] sowie Franke [7] sehen in der DIFA eine computerbasierte Methodik zur Planung, Simulation und Visualisierung von Unternehmensprozessen, beispielsweise mit Hilfe von CAx-Applikationen.

Wenzel [31], Bley und Franke [18] beschreiben die DIFA als eine Methodik zur Verbindung und Netzwerkbildung verschiedener Leistungspartner inner- und außerhalb eines Unternehmens. Dabei wird ebenfalls ein Fokus auf die Simulation von Materialfluss, Logistik und Produktion gelegt. Einen besonderen Augenmerk legt Wenzel auf die Vermeidung von Medienbrüchen und beschreibt die DIFA als einen Hub für unterschiedlichste Anwendungen im Fabrik- und Produktionsplanungsprozess. Die DIFA wird hierbei als „[...] eine Sammlung von Modellen, Methoden und Werkzeugen für die nachhaltige Unterstützung des Fabrikplanungs- und Produktionsablaufprozesses basierend auf verbundenen digitalen Modellen“ verstanden [26, 31]. Eine sehr ähnliche Definition verwenden auch Dombrowski [23] und Wiendahl [32], welche die DIFA als die digitale Abbildung aller Gestaltungsmerkmale, Prozesse und Ressourcen charakterisieren.

Diese Definitionen liegen nahe an den Ergebnissen der Diskussion des Komitees „Digitale Fabrik“, bestehend aus der Gruppe Modellierung und Simulation des Vereins Deutscher Ingenieure Bereich Fördertechnik, Materialfluss und Logistik (VDI-FML) und der VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB)). Aus diesem Grund ist auch die Definition des VDI, die Richtlinie VDI 4499 [30], daran angelehnt, welche besagt, dass das Ziel der DIFA „die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt“ ist. Das Ziel der DIFA besteht darin, „Produkte, Fertigungsverfahren und Produktionsabläufe in einer frühen Entwicklungsphase abzusichern sowie die Produktentwicklung mit digitalen Modellen und Werkzeugen zu begleiten, zu beschleunigen und die reale Produktion mit Hilfe von virtuellen Instrumenten zu überprüfen und zu verbessern“ [30]. In der Wissenschaft wird diese Definition unter anderem wegen der hohen Abstraktionsebene häufig zitiert [1, 12, 19, 21, 22, 28, 34].

In Anlehnung an diese Richtlinie stellt Kühn [9] fest, dass aufgrund der integrierten Verbesserung des Produkts und der Produktion erhebliche Kosten eingespart werden können und ein Unternehmen dadurch einen wirtschaftlichen Vorteil erarbeiten kann. Auf Ebene der unternehmerischen Prozessplanung kommt der DIFA laut Kühn die Aufgabe zu, eine Schnittstelle zwischen rein technischen Daten einerseits und wirtschaftlichen Daten andererseits zu bilden, um damit allen an der Planung beteiligten Mitarbeitern einen gemeinsamen Datenpool zur Verfügung stellen zu können [9].

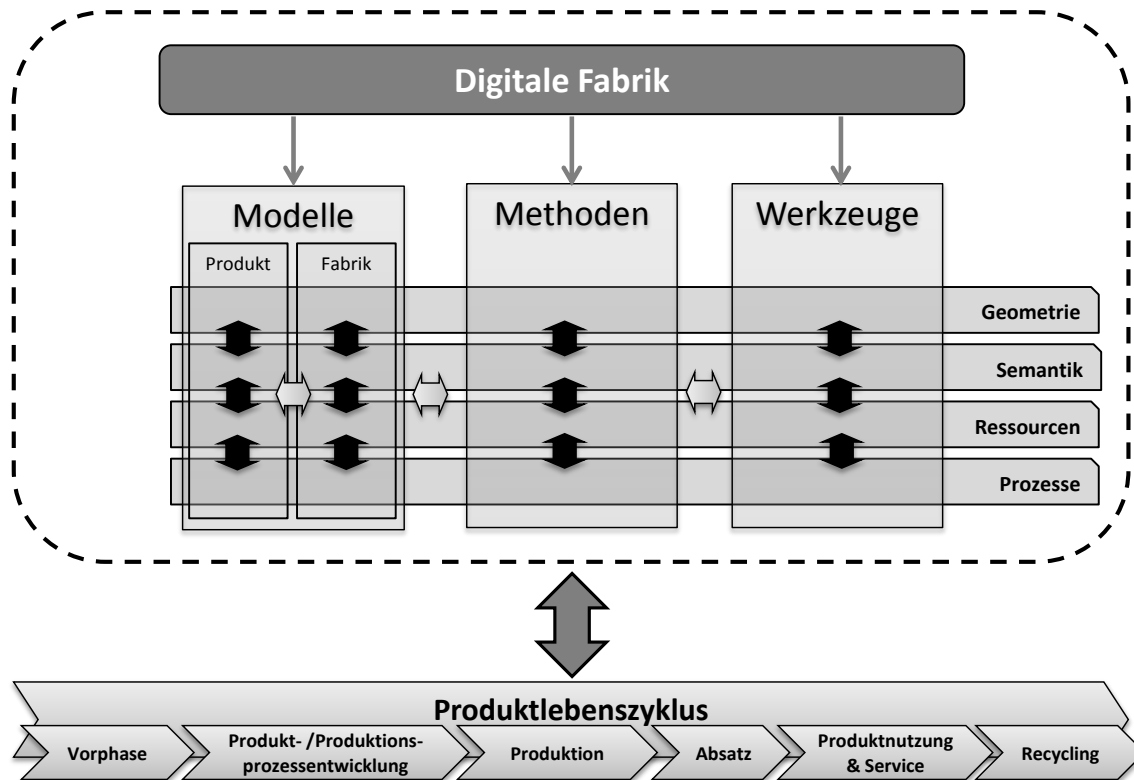
Nach Bullinger und Westkämper [2, 3, 15] beinhaltet die DIFA - auf den größten Teil der vorigen Ausprägungen aufbauend - die Aufgabe der Integration digitaler Planungswerkzeuge und -prozesse auf einer gemeinsamen (Daten-)Basis, um Ergebnisse transparent und intuitiv darstellen sowie erleben zu können [27].

In der Literatur wird hierbei teilweise die DIFA synonym mit dem Begriff der virtuellen Produktion verwendet. Nach diesem Verständnis beinhaltet die DIFA die durchgängige Planung, Evaluierung und Steuerung von Produktionsanlagen und Produktionsprozessen unter Verwendung digitaler Modelle [25]. Dabei ist die DIFA als ein Bindeglied zwischen virtueller und realer Produktion anzusehen [12, 33].

Auf ähnliche Weise findet auch der Begriff der virtuellen Fabrik Verwendung. Nach diesem Verständnis beinhaltet die DIFA Tools zur Prozessmodellierung, Simulation und Darstellung mittels Virtual und Augmented Reality [2, 3, 16].

Wie aus den verschiedenen Definitionsansätzen ersichtlich ist, sind vielfach Abgrenzungen zu finden, die einerseits dem Fachgebiet des jeweiligen Autors Rechnung tragen (z.B. Einschränkung auf Produktentwicklungsphase oder Fabrikplanungsphase) und andererseits zur Vermeidung einer zu hohen Komplexität die beteiligten Disziplinen einschränken.

Die von nahezu allen Autoren genannte Zielsetzung der DIFA (Verbesserung des Time-to-Market und der Ressourceneffizienz) bedingt jedoch ein weites Begriffsverständnis, das den gesamten Produktlebenszyklus sowie alle relevanten Disziplinen mit einschließt. Daher wird im weiteren Verlauf das breite Verständnis der DIFA in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4499 [30] zugrunde gelegt, nach welchem die DIFA als „[...] ein Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen [...], die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden“ [30], verstanden wird. Nach diesem Verständnis ist die DIFA ein ganzheitlicher Ansatz zur „[...] Planung, Evaluierung und laufenden Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen der realen Fabrik in Verbindung mit dem Produkt“ [30]. Wesentliche Objekte im Fokus der DIFA sind damit Modelle (Fabrikmodell und Produktmodell), Methoden und Werkzeuge. Einen zusammenfassenden Überblick über das Verständnis der DIFA gibt Bild 1.



**Bild 1:** Überblick Digitale Fabrik (eigene Darstellung)

Zur Beantwortung der Frage, welche Bestandteile der DIFA Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI darstellen, wird zunächst ein forschungstheoretischer Rahmen entwickelt, der im Allgemeinen die Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI von denen der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen abgrenzt. Darauf aufbauend werden in Kapitel 5 die Methoden und Werkzeuge der DIFA erläutert und den Forschungsdisziplinen zugeordnet. Auf die Modelle innerhalb der DIFA wird nicht weiter eingegangen, da diese Artefakte von Methoden und Werkzeugen darstellen. Zum Beispiel ist das (digitale) Produktmodell das Artefakt von Konstruktions-Methoden der Produktentwicklung, welches mittels IT-basierter Werkzeuge erstellt wurde.

#### 4 Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik und konstruktionsorientierten Ingenieurwissenschaften

Um die Methoden und Werkzeuge der DIFA dem Forschungsbereich der WI oder den Ingenieurwissenschaften zuordnen zu können, müssen zunächst die Grundsätze dieser Forschungsdisziplinen betrachtet werden.

Der Zuordnung zur WI liegt das Memorandum der gestaltungsorientierten WI zu Grunde [11]. Dieses beschreibt Kriterien, die sich in einer Forschungsarbeit widerspiegeln sollen und mit denen ein Forscher seine Arbeit in den Kontext der WI einordnen kann. Die Kriterien sind in der folgenden Tabelle auf der linken Seite abgebildet und werden in der mittleren Spalte beschrieben. Für den Bereich der Ingenieurwissenschaften wurde nach intensiver Recherche kein Werk gefunden, welches die Forschungsvorgehensweise und die

dazugehörigen Methoden beschreibt<sup>1</sup>. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit die Gegenstände und Vorgehensweisen der ingenieurwissenschaftlichen Forschung anhand des Positionspapiers des DFG-Fachkollegiums 401 - Produktionstechnik [36] untersucht und mit den Paradigmen der gestaltungsorientierten WI [11] verglichen (siehe Tabelle 1).

	<b>Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik</b>	<b>Konstruktionsorientierte Ingenieurwissenschaften</b>
Erkenntnis-gegenstand	Informationssysteme in Wirtschaft und Gesellschaft; Bestehen aus Mensch, IKT und Organisation	Werkstoffe, Produkte und dazugehörige Prozesse
Erkenntnisziel	Handlungsanleitungen zur Konstruktion und zum Betrieb von Informationssystemen	Entwicklung neuer Technologien; neue Produkte, neue Prozesse; Gestaltungs- und Konstruktionsaspekte
Ergebnistyp	Konzepte, Terminologien, Sprachen, Modelle, Methoden und Prototypen	Konzepte, Regeln, Modelle
	In Form von Grundsätzen, Leitfäden, Normen, Patenten, Software, Geschäftsmodellen und Unternehmensgründungen	In Form von Leitfäden, Herangehensweisen und Patenten
Erkenntnisprozess	Analyse: Formulierung von Thesen und Forschungszielen, Identifikation und Motivation einer Forschungslücke	Systematisches Vorgehen, Theorienbildung, Beschreibung von Phänomenen, Formulierung von Thesen
	Entwurf nach Grundsätzen der Richtigkeit, Relevanz, Wirtschaftlichkeit, Klarheit und Vergleichbarkeit	Bau eines Prototypen, Berechnung und Konstruktion von Bauteilen
	Evaluation: Begutachtungsverfahren durch Experten oder anhand eines lauffähigen Prototyps	Experimentelles Nachweisen, Reproduzierbarkeit, Testen, Erklären und Prognostizieren, „Anstrengung des Geistes“
	Diffusion durch wissenschaftliche Aufsätze und Publikationen sowie Vorlesung, Veröffentlichung und Unternehmensgründungen	Dokumentation in Form von technischen Zeichnungen, Veröffentlichungen und Patenten
Erkenntnismethoden	Umfragen, Fallstudien und Interviews	Beobachtung und Messung
	Konstruktion von Demonstratoren, Prototypen, Modellierung und Method Engineering	Prototypen und Experimente
	Laborexperiment, Pilotierung, Simulationen oder Prüfung durch Experten	Laborexperimente und Simulationen

**Tabelle 1: Vergleich der Wirtschaftsinformatik mit den Ingenieurwissenschaften**

<sup>1</sup> Recherche in den Publikationslisten folgender Forschungseinrichtungen: RWTH Aachen, TU Berlin, TU Clausthal, TU Darmstadt, LU Hannover, KIT Karlsruhe, TU München und U Stuttgart.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, haben die gestaltungsorientierte WI und die Ingenieurwissenschaften sehr unterschiedliche Erkenntnisziele sowie sich daraus ergebende Erkenntnisgegenstände.

Das Erkenntnisziel der WI liegt in der Gestaltung, Konstruktion und dem Betrieb von Informationssystemen mit dem Ziel, betriebswirtschaftliche Aufgaben mit IT zu unterstützen. Dies stellt ein wesentliches Kriterium bei der später folgenden Zuordnung der Modelle und Methoden dar.

Ein interessanterer Bereich sind die Ergebnistypen, denn hier finden sich neben den Grundsätzen, Software und Unternehmensmodellen/-gründungen auch Gemeinsamkeiten wie Modelle, Konzepte, Leitfäden und Patente. Auf Grund der sprachlichen Gemeinsamkeiten wird daher geprüft, welchem Erkenntnisgegenstandsbereich die Ergebnistypen zugeordnet werden können. Beispielsweise werden Konzepte zur Konstruktion eines Produkts den Ingenieurwissenschaften zugeordnet; Konzepte zur wirksamen Unterstützung der Datenintegration hingegen der gestaltungsorientierten WI.

In Bezug auf die Erkenntnismethoden und den Erkenntnisprozess ist festzustellen, dass sich diese Disziplinen teilweise gleichen und daher nicht als Zuordnungskriterium geeignet sind.

Zur Ableitung der Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI im Kontext der DIFA werden als Ergebnis aus diesem Vergleich die Kriterien Erkenntnisziel, Erkenntnisgegenstand sowie Ergebnistyp übernommen.

## **5 Methoden und Werkzeuge der Digitalen Fabrik und deren Einordnung in die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik**

Aufbauend auf der Abgrenzung der gestaltungsorientierten WI und der Ingenieurwissenschaften werden im Folgenden die Methoden und Werkzeuge, die in der Literatur der DIFA zugeordnet werden, anhand der beschriebenen Kriterien Erkenntnisziel, Erkenntnisgegenstand sowie Ergebnistyp analysiert und klassifiziert.

Unter einer Methode wird im Allgemeinen eine systematische zielgerichtete Vorgehensweise bzw. ein durchdachtes Verfahren verstanden [1, 4]. Als Methoden der DIFA werden daher alle etablierten Vorgehensweisen bzw. Verfahren bezeichnet, die im oben dargestellten Lebenszyklus zum Einsatz kommen. Werkzeuge stellen dabei IT-gestützte Anwendungen dar, welche die Durchführung von Aufgaben innerhalb einer Methode unterstützen [1, 4]. Im Folgenden ist das Ergebnis einer interdisziplinär durchgeführten Literaturrecherche dargestellt, die der Ermittlung von Methoden und Werkzeugen der DIFA diene. Aufgrund der Vielzahl an (Teil-)Aufgaben, wurden einzelne Aufgaben zu Aufgabenbündeln verdichtet. Da dies nicht durchgängig möglich ist bzw. in der Literatur manche (Teil-)Aufgaben als besonders wichtig dargestellt werden, sind unterschiedliche Abstraktionsstufen dargestellt. Aufgrund unterschiedlicher Sichtweisen und Verständnisse der unterschiedlichen Disziplinen ist die Abgrenzung der Aufgaben zudem nicht an jeder Stelle überschneidungsfrei.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Phase	Aufgaben / Aufgabenbündel	Methoden; IT-Werkzeuge	Handlungsfeld der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik
Alle	Entwicklung von Informationssystemen innerhalb der Digitalen Fabrik	Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung (z.B. V-Modell, Wasserfallmodell) Requirements Engineering	<b>Ja</b>
	Betrieb von Informationssystemen innerhalb der Digitalen Fabrik	Betriebskonzepte für Informationssysteme (z.B. ITIL, Cobit, TOGAF)	<b>Ja</b>
	Entwicklung und Betrieb einer Datenbank bzw. Etablierung eines Datenmanagementsystems	Datenmodellierung (z.B. ERM oder UML-Klassendiagramme); Datenbankmanagementsysteme (DBMS)	<b>Teilweise</b> (Datenbanken sind Teile von Informationssystemen, aber Entwicklung und Betrieb kann auch durch Informatik erfolgen)
	Integration von Aufgaben, Methoden und Werkzeugen	Standards zum Datenaustausch (z.B. XML, STEP, JT)	<b>Teilweise</b> (Bei der Integration kann die gestaltungsorientierte WI sicherlich einen Beitrag leisten, aber nicht ohne andere Disziplinen)
Zielplanung	Bestimmung der Ziele, die durch die Digitale Fabrik erreicht werden sollen	Strategischer Managementprozess (Technologie, Umfeld)	<b>Teilweise</b> (Die gestaltungsorientierte WI versucht auch, betriebswirtschaftliche Ziele des Unternehmens zu erreichen, aber kann dies nicht alleine leisten)
Produktentwicklung	Entwicklung eines 3D-Produktmodells	CAD-Systeme, Digital Mock Up (DMU)	<b>Nein</b>
	Festlegen der Struktur eines Produktes über Stücklisten	CAD-, PLM-/ PDM-, ERP-Systeme	<b>Teilweise</b> (Stückliste wird durch die Konstruktion determiniert; aber die Stückliste wird auch in betriebswirtschaftlichen Systemen abgelegt)
	Festlegen der Funktionen eines Produktes	Requirement Traceability Systeme	<b>Nein</b>
	Festlegen des Produktionsprogramms bestehend aus Arbeitsplänen, Mengen und Terminen	PPS-, ERP-Systeme	<b>Ja</b>
Produktionsplanung	Planung von Produktions-, Montage- und Fertigungsprozessen	Prozessmodelle (z.B. EPK, BPMN) Fabrikmodelle (z.B. Virtual und Augmented Reality); PPS-, APS-, CAP-, CAM-Systeme	<b>Teilweise</b> (Der Ablauf der Produktion ist bestimmt durch die Ingenieurwissenschaften, aber die sich daraus ergebenden Konsequenzen und Anforderungen an die Ressourcen werden durch die WI unterstützt)
	Planung von Produktionssystemen	PPS-, APS-, CAP-, CAM-Systeme	<b>Nein</b>
	Planung individueller Produktionsstätten und Fertigungsanlagen	Fabrikmodell (z.B. Virtual und Augmented Reality); PPS-, ERP-, CAP-, CAM-Systeme	<b>Teilweise</b> (Auswahl der Standorte ja; Gestaltung bzw. technische Ausstattung der einzelnen Standorte nein)

	Überwachung der Realisierung	Business Intelligence (BI), ERP-, BI-Systeme	<b>Teilweise</b> (Überwachung muss an Hand von Kennzahlen und einem Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden)
<b>Produktion/Produktionsanlauf</b>	Planung der benötigten Ressourcen	ERP-, PPS-, APS-Systeme	<b>Ja</b>
	Beschaffung der benötigten Ressourcen	ERP-, APS-, HR-, E-Procurement-Systeme	<b>Ja</b>
	Zeitliche Koordination der benötigten Ressourcen	ERP-, APS-, MES-Systeme	<b>Ja</b>
	Durchführung von Simulationen der Produktion	Fabrikmodelle (z.B. Virtual und Augmented Reality); Simulations-Werkzeuge	<b>Teilweise</b> (WI kann helfen, Modelle zu erstellen und relevante Faktoren zu identifizieren; die Erstellung der Modelle ist jedoch Aufgabe der Ingenieurwissenschaften)
	Montage und Inbetriebnahme der Fertigungsanlagen		<b>Nein</b>
<b>Produktion/Produktionsbetrieb</b>	Kontinuierliche Verbesserung der Produktion	Methoden des Qualitätsmanagements (z.B. TQM, Kaizen, SixSigma), Business Intelligence; MES-, ERP-, BI-, CAQ-Systeme	<b>Teilweise</b> (Technische Optimierung der Fertigungsverfahren gehören nicht zur WI, aber bspw. Aufbereitung und Analyse von Qualitätskennzahlen)
	Erstellung von NC-Programmen	CAD/CAM-Integration; CAM-, CAE-Systeme	<b>Nein</b>
	Auftragsmanagement	ERP-, PPS-, APS-, CRM-, MES-Systeme	<b>Ja</b>
<b>Produktion/Auftragsabwicklung</b>	Steuerung der Produktion	MES-, ERP-, PPS-, APS-SCM-, CAM-Systeme	<b>Teilweise</b> (Bei Turbulenzen müssen die verfügbaren Ressourcen bekannt sein, aber die Auswahl der korrektiven Maßnahmen kann nur in Zusammenarbeit mit den Ingenieurwissenschaften getroffen werden)
	Überwachung der Produktion	MES-, PPS-, SCM-, ERP-Systeme	<b>Teilweise</b> (Überwachung muss an Hand von Kennzahlen und einem Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden)
	Verkauf und Auftragserfassung	ERP-, CRM-Systeme	<b>Ja</b>

**Tabelle 2: Zusammenhänge zwischen Methoden der DIFA und der gestaltungsorientierten WI [5, 10, 14, 15, 30, 35]**

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, können eine Vielzahl an Methoden und Werkzeugen innerhalb der DIFA identifiziert werden, die eindeutig Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI darstellen. Auf Basis der eingangs erwähnten Publikationsanalyse kann festgestellt werden, dass die meisten dieser Methoden und Werkzeuge unabhängig vom

Kontext der DIFA als Handlungsfelder der gestaltungsorientierten WI erforscht, jedoch nicht in diesen Kontext portiert werden. Deren Adaption und Integration stellt jedoch zur Erreichung der Ziele der DIFA einen wesentlichen Beitrag dar (vgl. Handlungsempfehlung 1 und 2).

Des Weiteren wurden Methoden und Werkzeuge identifiziert, die an der direkten Schnittstelle von WI und Ingenieursdisziplinen liegen und nur durch eine enge interdisziplinäre Forschung vorangebracht werden können (vgl. Handlungsempfehlung 3).

Eine weitere Kategorie von Methoden und Werkzeugen zeichnet sich dadurch aus, dass sie primär von Ingenieurwissenschaften vorangetrieben wird und eine Adaption in die WI aktuell nicht stattfindet, obwohl ein starker Bezug zur dieser vorliegt (vgl. Handlungsempfehlung 4).

Ausgehend von der Erkenntnis, dass im Kontext der DIFA Beiträge der WI bisher stark unterrepräsentiert sind, lässt sich zusammenfassend folgender Handlungsbedarf ableiten:

1. Mehr Publikation und Transfer etablierter WI-Methoden (z.B. ITIL, SOA, UML, XML) in den Kontext der DIFA
2. Stärkeres Forschungsengagement zur Portierung/Adaption von WI-Methoden in den Kontext der DIFA (z.B. Integration heterogener Daten aus CAD-, CAM-, MES- und ERP-Systemen)
3. Engere Verzahnung und interdisziplinäre Forschungsaktivitäten (z.B. Modellierung von Produktmodellen und Fabrikmodellen, Entwicklung und Betrieb technischer Anwendungssysteme)
4. Adaption von ingenieurwissenschaftlichen Methoden in den Kontext der WI (z.B. Simulation, Augmented Reality)

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Unter der DIFA kann ein ganzheitlicher interdisziplinärer Ansatz verstanden werden, der zu einer Verbesserung aller wesentlicher Strukturen, Prozesse und Ressourcen in der industriellen Produktentstehung führen soll. Eine Analyse wissenschaftlicher Beiträge der vergangenen Jahre zeigt, dass dieser Ansatz primär von Vertretern der Ingenieurwissenschaften vorangetrieben wird. Unter forschungstheoretischen Gesichtspunkten sind jedoch etliche der in der DIFA enthaltenen Methoden und Werkzeugen der gestaltungsorientierten WI zuzuordnen. Der vorliegende Beitrag hat diese Handlungsfelder identifiziert und hieraus einen vier-fachen Handlungsbedarf für die gestaltungsorientierte WI abgeleitet.

Werden die Handlungsempfehlungen berücksichtigt, so ergeben sich auf Grund der zunehmenden Interdisziplinarität zum einen neue Herausforderungen und Forschungsfelder für die WI, zum anderen ist dies aber auch die Grundlage dafür, dass ganzheitliche Konzepte wie die DIFA erfolgreich vorangetrieben werden können. Dies wiederum führt zu einer stärkeren Wahrnehmung und Positionierung der WI innerhalb industrieller Unternehmen, was letzten Endes auch dazu führen kann, dass die WI vom Kostenverursacher zum Enabler avanciert.



## 7 Literatur

- [1] Bracht, U; Geckler, D; Wenzel S (2011): Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele, Berlin.
- [2] Bullinger, H-J; Warnecke, H; Westkämper, E (2009): Neue Organisationsformen im Unternehmen - Ein Handbuch für das Moderne Management, Heidelberg.
- [3] Bullinger, H-J; Spath, D; Warnecke, H; Westkämper, E (2009): Handbuch Unternehmensorganisation - Strategien, Planung, Umsetzung, Berlin.
- [4] Claus, V; Schwill, A (2006): Duden Informatik A-Z - Fachlexikon für Studium, Ausbildung und Beruf, Mannheim.
- [5] Eigner, M; Stelzer, R (2009): Product Lifecycle Management - Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management, Heidelberg.
- [6] Engel, M; Riegmann, T; Schäfer, A; und Günther, U (2010): Zehn Jahre Digitale Fabrik in der Automobilindustrie - Vergangenheit und Zukunft der Digitalen Fabrik - DIFA-Status Quo, ZWF 105.
- [7] Franke, C (2003): Feature-basierte Prozesskettenplanung in der Montage als Basis für die Integration von Simulationswerkzeugen in der Digitalen Fabrik, Univ. Diss. (Band 28) Saarbrücken.
- [8] Hehenberger, P (2011): Computergestützte Fertigung - eine Kompakte Einführung, Berlin.
- [9] Kühn, W (2006): Digitale Fabrik - Fabriksimulation für Produktionsplaner, München.
- [10] Krause, F-L; Franke, H.-J; Gausemeier, J (Hrsg., 2007): Innovationspotentiale in der Produktentwicklung, München.
- [11] Österle, H; Winter, R; Brenner, W (2010): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, St. Gallen.
- [12] Schack, R-J (2007): Methodik zur bewertungsorientierten Skalierung der Digitalen Fabrik, Univ. Diss. München.
- [13] Schuh, G; Millarg, K; Göransson, A (1998): Virtuelle Fabrik - neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke, München.
- [14] Vajna, S; Weber, C; Bley, H; Zenan, K (2009): CAx für Ingenieure - Eine praxisbezogene Einführung, Berlin.
- [15] Westkämper, E; Zahn, E (2009): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell, Berlin.
- [16] Aldinger, L; Rönnecke, T; Hummel, V; Westkämper, E (2006): Advanced Industrial Engineering. Industrie Management 22(1):59-62.
- [17] Andresen, K; Gronau, N (2004): Der Faktor Wandlungsfähigkeit bei der Planung neuer Fabriken - Ein Marktüberblick von Unternehmensberatungen im Bereich Fabrikplanung. Industrie Management 4:60-68.
- [18] Bley, H; Franke, C (2001): Integration von Produkt- und Prozessmodell mit Hilfe der Digitalen Fabrik. wt Werkstattstechnik online 91(4):214-220.

- [19] Bley, H; Fritz, J; Zenner, C (2006): Die zwei Seiten der Digitalen Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 101(1-2):19-23.
- [20] Bracht, U; Masurat T (2005): The Digital Factory between vision and reality. Computers in Industry 56:325-333.
- [21] Bracht, U; Eckert, C; Masurat, T (2005): Ein umfassender Ansatz für Planung und Betrieb - Ursprünge und Visionen der Digitalen Fabrik. Intelligenter produzieren o.Jg.(1):8-10.
- [22] Deuse, J; Petzelt, D; Sackermann, R (2006): Modellbildung im Industrial Engineering. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 101(1-2):66-69.
- [23] Dombrowski, U; Tiedemann, H; Bothe, T (2001): Visionen für die Digitale Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 96(3):112-115.
- [24] Krause, F-L (2001): Digitale Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 3:84.
- [25] Reinhart, G; Grunwald, S; Rick, F (1999): Virtuelle Produktion - Technologie für die Zukunft. VDI-Z Special C-Techniken 141(5):26-29.
- [26] Reinhart, G; Zäh, M-F (2006): Reaktionsschnelle Montage variantenreicher Produkte - ein Wettbewerbsvorteil. wt Werkstattstechnik 96(9):568.
- [27] Schraft, R-D (2003): Von der Vision zur Realität durch die Digitale Fabrik, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 98(6):269.
- [28] Schraft, R-D; Bierschenk, S (2005): Digitale Fabrik und ihre Vernetzung mit der realen Fabrik. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 100(1-2):14-18.
- [29] Steffens, D; Reiß, M (2010): Die Digitale Fabrik als Hybridkonstruktion. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZwF) 105(3):184-188.
- [30] VDI-Richtlinie 4499 (2008): Blatt 1: Digitale Fabrik - Grundlagen (Entwurf). VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [31] Wenzel, S; Jessen, U; Bernhard, J (2005): Classifications and conventions structure the handling of models within the Digital Factory. Computers in Industry 56:334-346.
- [32] Wiendahl, H-P (2002): Auf dem Weg zur „Digitalen Fabrik“. wt Werkstattstechnik 93(4):226.
- [33] Zäh, M-F; Müller, S (2004): Referenzmodelle für die Virtuelle Produktion. Industrie Management 20(1):52-55.
- [34] Fredowitz, C-H (2004): Digitale Fabrik: Virtuelle Inbetriebnahme - heute und morgen. In: Internationaler Fachkongress Digitale Fabrik in der Automobilindustrie. Ludwigsburg.
- [35] Lasi, H; Hollstein, P; Kemper, H-G (2010): Heterogeneous IT-System Landscapes in Innovation Processes - An empirical analysis of integration approaches. In: IADIS 2010, 388-393.
- [36] Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (2011): Positionspapier des DFG-Fachkollegiums 401 - Produktionstechnik.

# **Zum Potential von Event-Driven Architecture für komplexe Unternehmensnetzwerke**

**Thomas Buckel**

Universität Würzburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung,  
97070 Würzburg, E-Mail: [thomas.buckel@uni-wuerzburg.de](mailto:thomas.buckel@uni-wuerzburg.de)

## **Abstract**

Die Komplexität globaler Unternehmensverbände erzeugt eine hohe Heterogenität hinsichtlich der beteiligten Informationssysteme. Damit verbunden nimmt die Anzahl verwobener und den Geschäftsablauf beeinflussender Ereignisse erheblich zu, die von zahlreichen Quellen produziert werden. Das in dieser Arbeit vorgestellte Einsatzszenario einer Serviceorientierten Architektur (SOA) in Verbindung mit der Technologie der Event-Driven Architecture (EDA) bietet großes Potential, Struktur in die Fülle an auftretenden Ereignissen zu bringen, diese effektiv zu verarbeiten und gewinnbringend in den Geschäftsablauf zu integrieren. Intelligent verbunden und die Vorteile dieser Informationsarchitektur ausnutzend, kann ein derartiges Konzept Wettbewerbsvorteile für die gesamte, globale Lieferkette und damit einhergehend für jedes einzelne beteiligte Unternehmen schaffen.

## **1 Einleitung**

Manager zahlreicher Unternehmen sehen sich im Zuge einer rapiden Veränderung der Unternehmenswelt einem steigenden Handlungsdruck auch mit Hinblick auf ihre IS-Infrastrukturen ausgesetzt. Während die Anzahl der sich im Einsatz befindlichen Informationssysteme ununterbrochen steigt, wird Entscheidungsträgern suggeriert, dass deren Unternehmen parallel zu dieser Entwicklung besser mit Daten und Informationen versorgt werden. Tatsächlich steigt zwar die Menge an bereitgestellten Informationen kontinuierlich an, was sich jedoch keineswegs zwangsläufig in einen Wettbewerbsvorteil übersetzen lässt [10, 21].

Aus Managementsicht ist die entscheidende Fragestellung, wie Struktur in die Informationsflut zu bringen ist und wie kritische Daten zeitnah zu verarbeiten sind. Zudem müssen Unternehmenspartnerschaften auf das Auftreten und die Verarbeitung von meist unvorhergesehenen Vorkommnissen reagieren, die den gesamten Weg der Ware bis hin zum Kunden beeinflussen. Das Ziel muss es demnach sein, die von zahlreich vorhandenen Informationssystemen bereitgestellten Daten und verursachten Ereignisse systematisch aufzubereiten, für Entscheidungsträger verwendbar zu machen und in einen Wettbewerbs-

vorteil umzuwandeln. Nur auf diese Weise kann die Leistung des jeweiligen Unternehmens sowie die Leistungsfähigkeit ganzer Unternehmensnetzwerke entscheidend verbessert werden [6, 13, 21].

In jüngster Zeit wurden gerade wegen gestiegener Komplexität der IS-Infrastrukturen und gleichzeitig geforderter Flexibilität mehrere Konzepte entworfen und diskutiert. Ein derartiges ist die Serviceorientierten Architektur (SOA), welche ein spezielles Architekturmuster der Informationstechnologie beschreibt. SOA wird oft als Softwarearchitektur beschrieben und beruht auf dem Servicekonzept. Sinnvolle betriebswirtschaftliche Funktionen werden dabei voneinander abgegrenzt und in einzelne Services verpackt. Deren Eigenschaften wie Wiederverwendbarkeit und Autonomie ermöglichen eine plattformunabhängige Nutzung mehrerer Services über Schnittstellen [19].

Speziell jedoch wegen der enormen Ereignisfülle komplexer Vorgänge und deren gegenseitigen Wechselwirkungen wurde das noch relativ junge Konzept von Ereignis-gesteuerten Architekturen bzw. der Event-Driven Architecture (EDA) von [13] entworfen und propagiert. Hierbei handelt es sich um eine spezielle Softwarearchitektur, welche auf die Ereignisverarbeitung an sich spezialisiert ist und damit das „Erzeugen, Entdecken und Verarbeiten einzelner Ereignisse oder ganzer Ereignisströme“ [6]. Einer Studie zufolge sehen mehr als 75% der befragten IT-Praktiker einen zunehmenden Einsatz von EDA in der Zukunft. Dabei wird der Nutzen vor allem in der Prozessverbesserung gesehen. Weiterhin wird bestätigt, dass mehr als die Hälfte der befragten Entscheidungsträger bei vorhandenem Budget eine Investition in EDA zu tätigen planen [15, 17].

Das Erkenntnisziel dieser Arbeit besteht darin, den Nutzen und das umfassende Potential einer EDA in Verbindung mit SOA hinsichtlich des Einsatzes für ein komplexes Unternehmensnetzwerk und damit verbundenen Prozessen zu ermitteln. Um darlegen zu können, auf welche Weise und für welche konkreten Aspekte die Kombination beider Konzepte eine Lösung bereitstellen kann, werden in Abschnitt 2 zunächst die Ergebnisse einer durchgeführten Literaturanalyse bezüglich derzeit bestehender Herausforderungen und Probleme in komplexen Unternehmensverbänden und deren IS-Strukturen strukturiert dargestellt. Daraufhin werden EDA und SOA in Abschnitt 3 verglichen und aufeinander bezogen. Die nachfolgend dargestellten Szenarien zeigen schließlich, welche Potentiale der Einsatz beider Technologien besitzt. Darauf aufbauend wird zusammenfassend aufgezeigt, wie schließlich durch eine flexible und anpassungsfähige SOA in Verbindung mit dem Konzept der EDA den in Abschnitt 2 identifizierten Problemen und Herausforderungen unternehmensübergreifend wirksam begegnet werden kann.

## **2 Probleme und Herausforderungen in Unternehmensnetzwerken**

### **2.1 Zentrale Rolle der Informationen**

Information ist eine entscheidende Grundlage für die Steuerung der überbetrieblichen Kooperation und damit „das Herzstück einer jeden Zusammenarbeit“ [4]. Die Sichtbarkeit der relevanten Informationen bzw. eine Informationstransparenz ist essentiell. Beispielsweise wird Transparenz über die tatsächliche Endkundennachfrage, verfügbare Bestände und Kapazitätsauslastung benötigt. Gut organisierte Zusammenarbeit wird nur durch diese Transparenz ermöglicht [4]. Weitere entscheidende Punkte sind:

- Die Vollständigkeit der zu transferierenden Informationen [5],
- die Verringerung der Informationsasymmetrie durch eine einheitliche Informationsbasis [23],
- Datenkonsistenz, Datensynchronität, Datenaktualität und Datenidentifizierung mit dem Ziel eines tatsächlichen Datenbestands in Echtzeit [2, 10], sowie
- eine hohe Datenqualität und -verfügbarkeit in kompatiblen Formaten [4, 21].

## **2.2 Prozessorientierung**

Viele Probleme im Rahmen von Unternehmensnetzwerken und dem damit verbundenen Supply Chain Management (SCM) entstehen aufgrund von Defiziten in der Visibilität kritischer und kurzfristigen Änderungen unterworfenen Geschäftsprozessen (GP). Viele GP sind dementsprechend zunehmend ereignisgesteuert und von einer dramatischen Vielzahl an Einflussfaktoren abhängig. Es gilt, möglichst in Echtzeit auf derartige Informationen zu reagieren [6]. Erfolgsfaktoren hierfür sind insbesondere:

- Eine transparente Prozessgestaltung für alle Stufen der Supply Chain (SC) [4, 18],
- eine logisch vernetzte sowie schnelle Entscheidungsfindung [5, 17],
- eine frühzeitige Erkennung von Problemen und Volatilitäten in sämtlichen unternehmensübergreifenden GP und Identifikation von Konstellationen, um eine flexible Anpassung der Planung und Ausführung mit minimaler Reaktionszeit einzuleiten [14, 21] sowie
- ein Einsatz von ereignisorientierten Systemen zur systematischen Verarbeitung von komplexen, den Geschäftsablauf beeinflussenden Ereignissen [1, 13].

## **2.3 Integration aller beteiligten Geschäftspartner**

Derzeit sind hauptsächlich Konzepte wie „Efficient Consumer Response“ oder „Vendor Managed Inventory“ etabliert, die nur Teile der gesamten SC verbessern. Die Herausforderung besteht in der ganzheitlichen und alle Partner der SC einschließenden Verbesserung sämtlicher Prozesse [10, 11, 21].

Weiterhin beeinflussen folgende Aspekte die überbetriebliche Zusammenarbeit negativ:

- Divergierende Zielsetzungen, opportunistisches Verhalten und ein Mangel an Vertrauen sowie
- separate und nicht aufeinander abgestimmte Visionen und Zielsetzungen [4, 9, 14].

## **2.4 Komplexität und Heterogenität**

Die technischen Anforderungen wachsen durch Fortschritte der Informationserfassung und -weitergabe, wie z. B. durch mobile Endgeräte oder die zunehmende Volatilität der Endkunden. Weiterhin ist eine „Explosion der Interoperabilität“ [20] zu beobachten – durch die beschriebene, zunehmende Verflechtung von Unternehmen und die damit verbundene Vielzahl an größtenteils heterogenen Informationssystemen ist eine Harmonisierung und Standardisierung schwer zu erreichen [4, 20]. Zusammenfassend beeinflussen folgende Probleme die Stabilität von komplexen Unternehmensverbänden:

- Die Komplexität in Verbindung mit der herrschenden Dynamik des Umfelds sowie
- die schwer zu erreichende Harmonisierung von stark gewachsenen ERP-Systemen Systemlandschaften [9, 18].

## 2.5 Wettbewerbsvorteile durch die Einführung neuer Systeme

Aufgrund der Forderungen nach einer das Netzwerk umfassenden Transparenz und dadurch entstehenden, sogenannten „gläsernen Prozessen“ sehen viele Unternehmen die Gefahr des Wettbewerbs- und Wissensverlusts [22]. Ferner sind bei der Einführung neuer Systeme folgende Aspekte unzureichend berücksichtigt:

- Die Verbindung von Technologien mit organisatorischen Aspekte und die dadurch notwendige Änderung von bestehenden Strukturen und Prozessen sowie
- ein von Profis und Best-Practice-Beispielen unterstützter Einführungsprozess [8, 10].

## 2.6 Kosten- und Erfolgsmessung

Studien zufolge verursacht eine ERP-Einführung bei einem international ausgerichteten Unternehmen mit ca. 30.000 Mitarbeitern Kosten von mehr als 100 Millionen US-Dollar [9]. Eine betriebswirtschaftliche Denkweise beinhaltet dementsprechend stets die Frage nach den Kosten für die Wartung oder Einführung eines neuen Systems. Eine wichtige Rolle hinsichtlich Kosten und Erfolgsmessung stellen weiterhin folgende Punkte dar:

- Berücksichtigung laufender und zukünftiger Kosten einer neuen Einführung [9] sowie
- Erfolgsmessung neuer Einführungen durch „Key Performance Indicators“ (KPI), beispielsweise Kennzahlen wie Zeit, Kosten oder Servicegrad [10].

## 2.7 Zusammenfassung der Herausforderungen

Bild 1 trägt sämtliche beschriebenen Probleme und Herausforderungen grafisch zusammen und bildet somit die Grundlage für die Prüfung der Eignung einer kombinierten SOA-EDA Lösung für die Verbesserung dieser Herausforderungen in Unternehmensverbänden.

Herausforderungen für Unternehmensnetzwerke						
Informationen	Daten	Prozessorientierung	Partnerintegration	Komplexität	Systemeinführung	Erfolgsmessung
Vollständigkeit	Sammlung	Prozesstransparenz	Ganzheitliches Konzept	Heterogenität	Überzeugung der Beteiligten	Einführungskosten
Transparenz	Synchronisation	Prozessagilität	Vermeidung von Medienbrüchen	Interoperabilität	Organisatorische Vorbereitung	Laufende Kosten
Informationsasymmetrien	Konsistenz	Schnelle Entscheidungsfindung	Einheitliche Zielsetzung	Harmonisierung der Systemlandschaften	Begleiteter Einführungsprozess	Geeignete Erfolgsmessung
Integrierte Informationsverarbeitung	Identifikation	Reaktionsvermögen	Einfache Anbindung	Unternehmensübergreifende Plattform		Messgrößen in Form von Key Performance Indicators
	Gültigkeit und Relevanz	Echtzeit	Einbindung aller Partner			
	Qualität und Verfügbarkeit	Ereignisorientierung				
	Format und Detaillevel					

**Bild 1:** Zusammenfassung der Herausforderungen für Unternehmensnetzwerke

### 3 Event-Driven Architecture in Verbindung mit Serviceorientierter Architektur als Lösung für bestehende Herausforderungen

#### 3.1 Die Kombination beider Architekturen

Da EDA und SOA in der Literatur oft unsauber abgegrenzt werden und z. T. fälschlicherweise synonym verwendet werden, vergleicht Tabelle 1 beide Architekturen anhand mehrerer einschlägiger Kategorien und Kriterien.

		SOA	EDA
<b>Konzept</b>	<i>Zentraler Aspekt</i>	Serviceorientierung, Services und Serviceschnittstellen	Ereignisorientierung, Events und Messages
	<i>Denkweise</i>	Ablauforientiert, linear, vordefiniert fachliche Abläufe der Geschäftsprozesse	Ereignisorientiert, nicht linear, ereignisorientierte und anpassbare Geschäftsprozesse
<b>Architektur</b>	<i>Zentraler Bestandteil</i>	Services als Bausteine für Geschäftsprozesse	Event Processing Agents als komplexe Ereignisverarbeitungskomponenten
	<i>Ereignisverarbeitung</i>	Unstrukturiert und über das System verteilt	Strukturiert und effizient durch Ereignisverarbeitungskomponenten
	<i>Kopplungsgrad</i>	Möglichst lose Kopplung erstrebenswert	Extrem lose Kopplung bzw. Entkopplung
	<i>Modularität</i>	Durch Services und Clients	Durch konzeptionelle Trennung der Ereignisverarbeitungskomponenten
<b>Betrieb</b>	<i>Kommunikationsprinzip</i>	Request and reply Prinzip	Publish and subscribe Prinzip
	<i>Art der Kommunikation</i>	Synchron und asynchron möglich	Asynchron
	<i>Bekanntheitsgrad</i>	Client kennt Name, Adresse und Spezifikation des Services; Service muss bei einem Aufruf zur Verfügung stehen	Ereignisverarbeitungskomponenten (insbes. Event Producer und Event Processor) kennen sich nicht; Verfügbarkeit ist keine Voraussetzung
	<i>Ablauf</i>	In der Regel fest und sequentiell	Nicht sequentiell; ereignisgetrieben und nicht vorhersehbar
	<i>Flexibilität</i>	Hoch	Sehr hoch
<b>Unterstützung</b>	<i>Fachkräfte und Werkzeugunterstützung</i>	Viele qualifizierte Fachleute sowie mächtige und bewährte Werkzeuge vorhanden	Kaum Fachleute und Werkzeuge vorhanden
	<i>Standards</i>	Viele vorhanden inkl. Vorgehensmodelle	Keine vorhanden; keine einheitlichen Vorgehensmodelle
	<i>Wiederverwendbarkeit</i>	Durch Servicestruktur hohe Wiederverwendbarkeit	Event Processing Agents (noch) nicht wiederverwendbar
	<i>Etablierte Produkte</i>	Am Markt vorhanden	(Noch) nicht vorhanden
<b>Einsatz</b>	<i>Entwicklung</i>	Services auswählen und aufeinander abstimmen	Entwicklung von Ereignismustern und -regeln
	<i>Ziele</i>	Schließung der Lücke zwischen IT und Geschäft; Flexibilisierung der Systemlandschaft und Prozesse	Effiziente und regelbasierte Verarbeitung von Events; Reaktion in Echtzeit, proaktives Handeln
	<i>Sinnvoller Einsatz</i>	Unternehmensinterne, bestenfalls lineare Prozesse	Unternehmensübergreifende, nicht lineare Prozesse
	<i>Denkbare Szenarien</i>	Alternative zu Anwendungsmonolithen, Integration von unternehmensinternen Anwendungen, preiswerte Alternative vor allem für kleinere Unternehmen	Supply Networks, Gefahrenfrüherkennungssysteme, Aktienhandel, siehe Abschnitt 3 für beschriebene Anwendungsszenarien

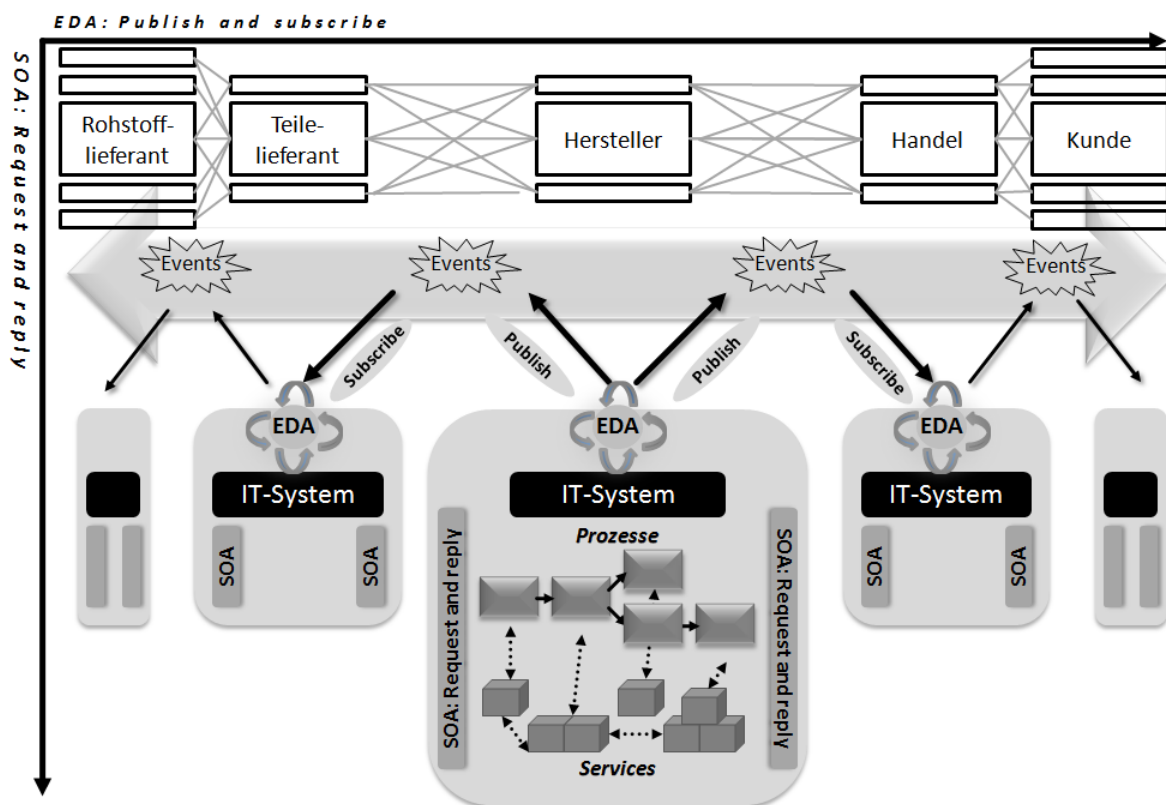
Tabelle 1: Vergleich von SOA und Event-Driven Architecture (in Anlehnung an [1, 6, 15])

Für ausführliche Beschreibungen zum SOA-Prinzip sei auf [19] verwiesen. Detaillierte Informationen zur technischen Funktionsweise einer EDA finden sich wiederum bei [1].

Ein großer Vorteil einer EDA ist die Tatsache, dass dieses Konzept keine ausschließenden Gegensätze zu anderen Architekturstilen aufweist und folglich sehr gut als ergänzende Komponente zu implementieren ist. Der EDA-Ansatz ist demzufolge weder der manchmal fälschlicherweise bezeichnete Nachfolger von SOA, noch soll er SOA ersetzen. Trotz der erwähnten Unterschiede der Prinzipien sind jedoch beide Architekturen in ihrer Grundidee

der flexiblen und anpassungsfähigen GP identisch. In der Literatur wird daher auf die Komplementarität jener Konzepte hingewiesen und der kombinierte Einsatz auch als „Event-Driven SOA“ oder „SOA 2.0“ bezeichnet [3, 6, 16].

Das Ziel einer komplementären Lösung ist die in Bild 2 dargestellte, überbetriebliche Verbindung mehrerer IT-Systeme. Wie in Abschnitt 2 beschrieben, sind in Unternehmensnetzwerken eine Vielzahl an heterogenen IT-Systemen im Einsatz, welche für die integrierte Datennutzung effektiv und effizient zu verbinden sowie reaktiv gegenüber eintretender Events zu gestalten sind. Für die unternehmensinterne Flexibilisierung der Systemlandschaft und Gestaltung der Prozesse ist nun einerseits SOA einzusetzen. Löst ein bestimmter Service z. B. aufgrund seiner Zustandsänderung ein Event aus, sind andererseits basierend auf einer orthogonalen EDA-Erweiterung und dem damit verbundenem „publish and subscribe“-Prinzip [6] neue SOA-Domänen weiterer IT-Systeme zu erreichen bzw. zu integrieren. Der Service ist dementsprechend ein Ereignis-produzierender Baustein der überbetrieblichen EDA. Durch die in der Abbildung beschriebene und ereignisbasierte Kopplung der verschiedenen, orchestrierten Dienste der SOA erreichen einzelne Prozesse sowie die gesamte Abwicklung innerhalb des Netzwerks eine hohe Flexibilität. Gleichzeitig wird durch die Einbindung der expliziten Ereignisorientierung der EDA eine sehr hohe Anpassungsfähigkeit gegenüber auftretenden Events ermöglicht [12, 15].



**Bild 2:** Kombination der Konzepte von EDA und SOA (in Anlehnung an [12, 15])

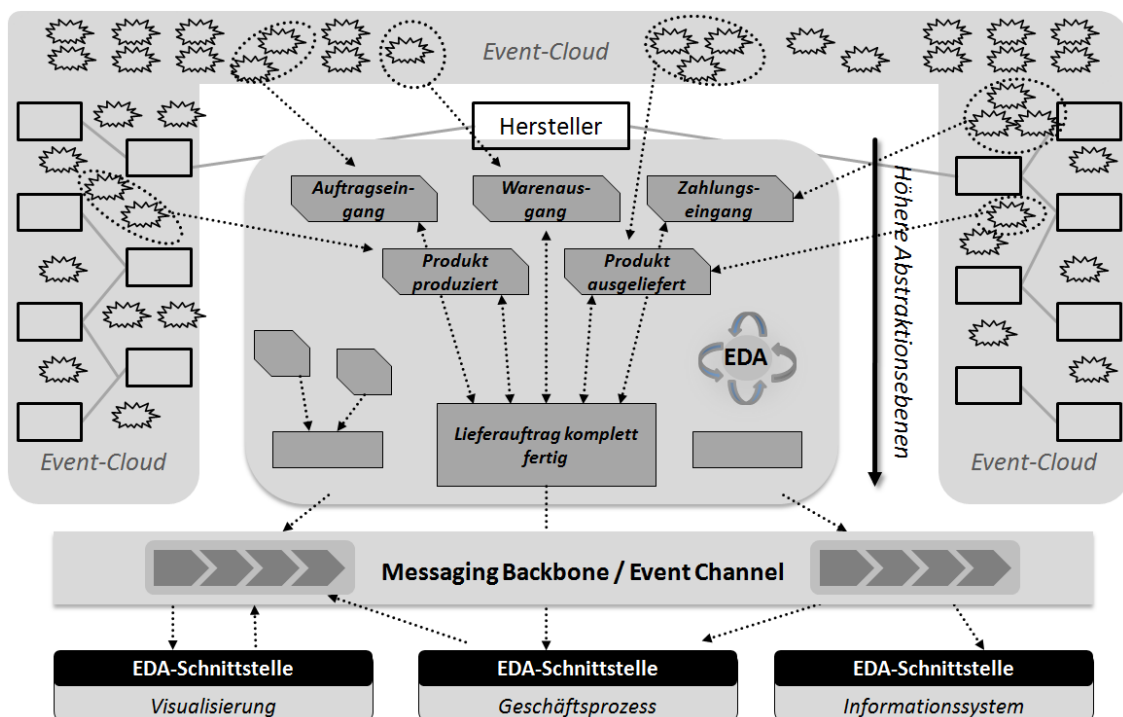
### 3.2 Nutzung der Event-Cloud für das gesamte Unternehmensnetzwerk

Die Antworten auf interessante Fragestellungen im Unternehmen sind schwierig durch die Betrachtung einzelner Events zu finden. Vielmehr sind diese in ihren Zusammenhängen zu betrachten [13]. Zu diesem Zweck beinhaltet eine sog. „Event-Cloud“ [1] die Gesamtheit an



heterogenen Events, mit welchen Unternehmen in irgendeiner Weise konfrontiert werden. Das Ziel besteht darin, durch den Einsatz geeigneter Technologien den größtmöglichen Informationswert aus der stets an Volumen gewinnenden Event-Cloud zu erhalten. Dazu sind vier Schritte auszuführen, welche nachfolgend erläutert werden [1, 3].

Im ersten Schritt gilt es, Zusammenhänge zwischen einzelnen und unabhängig voneinander auftretenden Events zu finden, indem Korrelationen bzw. spezielle Event-Muster in der Event-Cloud aufgefunden werden. Im nächsten Schritt sind diese Muster in ein für das Unternehmen verständliches Abstraktionsniveau zu transformieren. Beispielsweise generiert die Meldung eines um 50% gestiegenen Devisenkaufs mehr Verständnis, als Tausende von kleinsten, dazu beitragenden Kursänderungen und Transaktionen. Im dritten Schritt sind kausale Beziehungen zwischen den aggregierten, komplexen Events und den diese erzeugenden Bestandteilen zu identifizieren. Beispielsweise können mehrere aus Mustern erkannte Events zu dem komplexen Event „Lieferauftrag komplett fertig“ aggregiert werden (siehe Bild 3). Wichtig ist hierbei, im Umkehrschluss zu erkennen, dass die Kombination der erwähnten Events das auf einer höheren Abstraktionsebene befindliche komplexe Event erzeugt. Auf diese Weise ist es möglich, bei einem Nichteintreten der Meldung des abgeschlossenen Lieferauftrags die fehlende Komponente für dieses Event zu ermitteln [1, 7, 13].



**Bild 3:** Event-Cloud in der Supply Chain

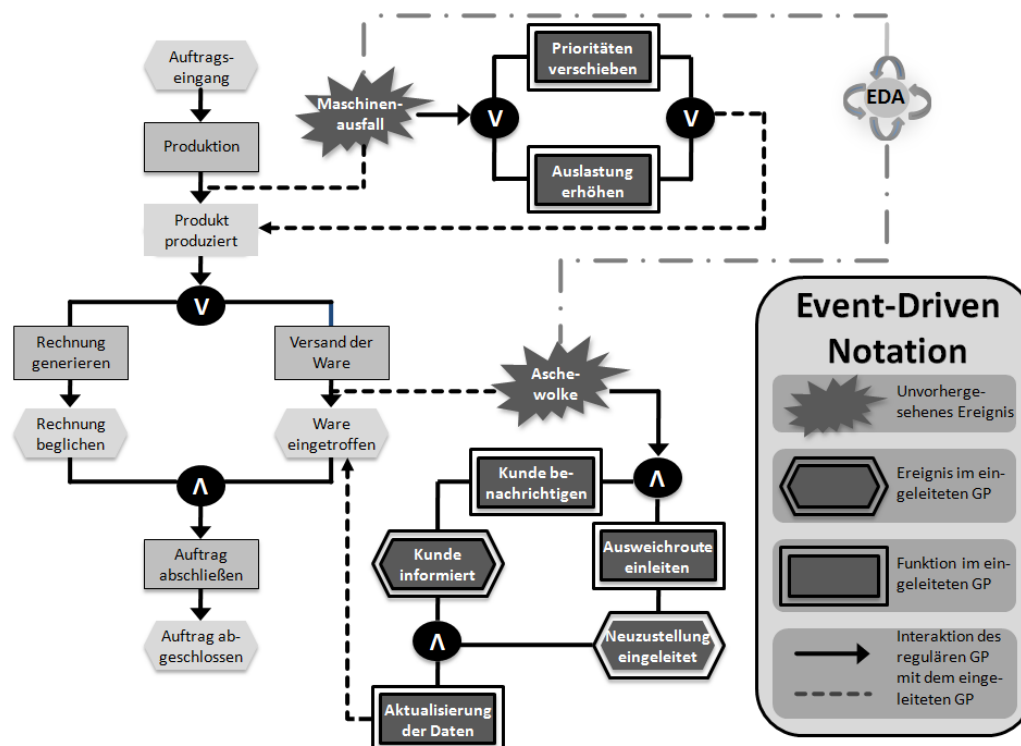
Nach der Erkennung eines komplexen Events ist in einem abschließenden, vierten Schritt eine möglichst automatisierte und fachlich adäquate Reaktion zu veranlassen, um die bereitgestellte Funktionalität einer EDA vollständig zu nutzen. Grundsätzlich erfolgt die Behandlung von Events außerhalb der eigentlichen EDA-Komponente. Beispielsweise wird

ein bestimmter GP aufgerufen, ein Datensatz gelesen oder der Zugriff auf ein benachbartes System ausgelöst. Die von einer EDA zur Verfügung gestellten Möglichkeiten, auf erkannte Event-Muster zu reagieren, sind vielfältig und variantenreich [1].

### 3.3 Anwendungen für Event-Driven Architecture

Jeder Partner einer SC, unabhängig von der Position innerhalb des Netzwerks, hat bereits viele IT-Systeme im Einsatz, um die Anbindung überhaupt zu ermöglichen. Ein kompletter Ersatz aller laufenden Systeme durch eine EDA erscheint daher weniger sinnvoll. Vielmehr ist die EDA ergänzend einzusetzen und bietet sich z. B. für folgende Szenarien an.

EDA wird in vielen Bereichen der „Business Intelligence“ (BI) verwendet, um die Entscheidungsunterstützung für Unternehmen zu verbessern sowie die dafür verwendete Datenbasis möglichst aktuell zu halten. Das wohl bekannteste Einsatzszenario hinsichtlich BI ist das sogenannte „Business Activity Monitoring“ (BAM). BAM ist ein spezieller unternehmerischer Ansatz, dem Benutzer relevante Indikatoren und Kennzahlen über ein Monitoring-Tool zu vermitteln [1, 2, 7]. Die dafür verwendete Datenbasis ist jedoch meist historischer Natur und bezieht nur in Bruchteilen die enorme Menge an aktuell auftretenden Events mit ein. Durch die Einbindung von EDA ist es allerdings möglich, sämtliche Event-Muster innerhalb eines komplexen Netzwerks zu untersuchen und diese auf Basis mehrerer Abstraktionsebenen dem Entscheidungsträger verständlich zu machen. Auf diese Weise kann ein aktuell kritischer Sachbestand in Echtzeit über das Monitoring-Tool einen Handlungsbedarf signalisieren. Beispielsweise ist durch den EDA-gestützten BAM-Einsatz der Lagerbestand innerhalb einer SC in Echtzeit zu überwachen. Jede Warenanlieferung und -entnahme wird dabei als Event interpretiert. Durch die Prüfung entsprechender Event-Muster kann die Über- oder Unterschreitung bestimmter Schwellenwerte erkannt und z. B. kritische Unterversorgung vermieden werden [1, 2, 3, 20].



**Bild 4:** Event-Driven Process Management

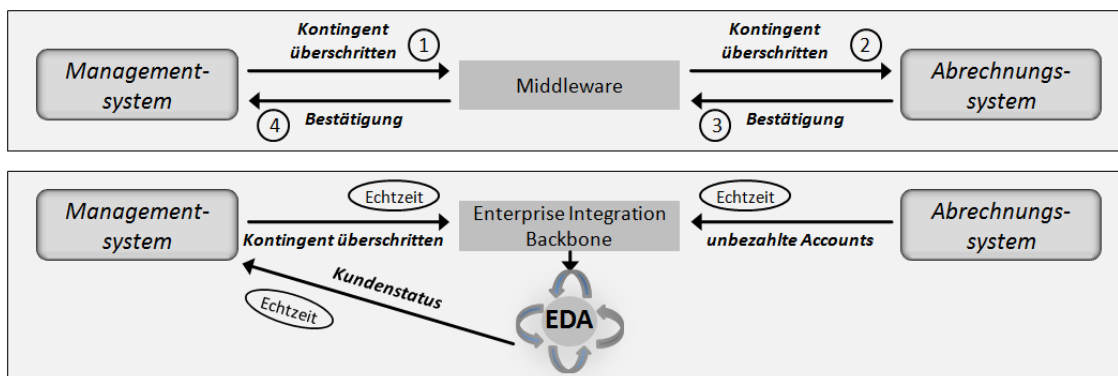
Ein weiteres Konzept ist das „Event-Driven Process Management“ – eine Kombination aus dem klassischen Business Process Management und EDA [1, 2, 18]. Bild 4 zeigt beispielhaft einen vereinfachten Auftragsabwicklungsprozess. In diesem sind unvorhergesehene Events integriert, welche automatisiert neue Prozessinstanzen erzeugen. So bewirkt der Ausfall einer essentiell an der Produktion beteiligten Maschine einen neuen „Event-Driven Process“ (EDP) mit zwei möglichen Maßnahmen zur Behebung des Problems. Durch diese Ausnahmehandlung wird das Produkt trotz des auftretenden Events „Maschinenausfall“ basierend auf der vorgesehenen Terminierung fertig gestellt. Der EDP endet mit dem Ereignis des Hauptprozesses „Produkt produziert“.

Fortlaufend tritt im ursprünglich definierten Prozess ein weiteres, unvorhergesehenes Event ein. Aufgrund eines massiven Ascheausstoßes des bekannten isländischen Vulkans werden Flüge für den jeweiligen Transport der fertigen Ware zum Kunden gestrichen. Aufgrund dieser bevorstehenden, massiven Zeitverzögerung ist es unmöglich, den Kunden rechtzeitig mit der Ware zu beliefern. Dementsprechend leitet das von der EDA aus der Event-Cloud abstrahierte und aggregierte Zeitverzugs-Event „Aschewolke“ regelbasiert einen EDP ein. Dieser erzeugt wiederum automatisiert zwei weitere Prozessinstanzen. Einerseits wird eine die Lieferzeit möglichst gering haltende Ausweichroute gesucht sowie Ersatzflüge gebucht. Andererseits wird der Kunde sofort über die Verzögerung bezüglich der Warenlieferung informiert. Auf diese Weise ist die Verärgerung des Kunden erwartungsgemäß geringer als ohne EDP. Gleichzeitig kann die für das Unternehmen enorm wichtige Kundenbindung durch den für den betroffenen Kunden bereitgestellten Informationsmehrwert in Echtzeit trotzdem erhalten werden. Der ursprünglich definierte Prozess wird schließlich in seinem Ereignis „Ware eingetroffen“ fortgeführt, wenn die automatisierten Ausnahmeaktionen abgeschlossen sind.

Die beschriebenen Szenarien von BI und Event-Driven Process Management können nun miteinander verbunden und unternehmensübergreifend eingesetzt werden. Die Anbindung der Systeme könnte dabei entsprechend Bild 2 erfolgen.

### 3.4 Verbesserung der Informations- und Datenqualität

Für den Nachweis, ob EDA Verbesserungen bei der Informations- und Datenqualität liefern kann, sei auf das Beispiel in Bild 5 verwiesen. Das Management eines Vertragsanbieters von Telekommunikationsdiensten möchte hier das jeweilige Abrechnungssystem aktualisieren, indem User-Accounts, die ihr Kontingent an Freiminuten überschritten haben, vermerkt und differenziert abgerechnet werden. Konventionelle Ansätze senden die Nachricht von Kontingentsüberschreitungen an die aktive Middleware, welche wiederum die Bestätigungsmeldung des Abrechnungssystems zurück an das Management liefert. In diesem unflexiblen Ablauf wären bei Modifikationen der beteiligten Systeme sowohl die Middleware als auch der gesamte Informationsübertragungsvorgang zu ändern. Basierend auf einer EDA würden in diesem Szenario die Event-Cloud aller am Prozess beteiligten Unternehmen überwacht und Events wie „Kontingentsüberschreitung“ oder „unbezahlte Accounts“ registriert werden. Diese würden zusammen als aggregiertes, komplexes Event über eine spezielle EDA-Middleware veröffentlicht und konsumiert werden. Resultierende Informationen würden hier dem Management andauernd oder auf Anfrage in Echtzeit mitgeteilt [20].



**Bild 5:** Integrationsszenario eines Vertragsanbieters (in Anlehnung an [20])

Durch den Einsatz einer EDA werden Änderungen dementsprechend ohne manuelle Eingriffe registriert sowie parallel in Echtzeit umgesetzt. EDA bietet weiterhin verbesserte Überwachungsmethoden und eine höhere Informationstransparenz. Auf diese Weise werden Informationsasymmetrien angebundener Partner vermindert [3, 20]. Eine EDA ist zwar nicht für das Sammeln sämtlicher in einer SC auftretender Daten geeignet, aufgrund der bereitgestellten Echtzeitdaten und dem Kommunikationsprinzip dieser Architektur kann jedoch eine hohe Gültigkeit, Relevanz, Verfügbarkeit und Qualität der bereitgestellten Informationen sowie eine hohe Datenkonsistenz erreicht werden. Strategische Entscheidungen werden demnach basierend auf einer verbesserten Datenbeschaffenheit gefällt. Ferner wird das Detaillevel von Events durch die Abstraktionsebenen und Aggregation angepasst. EDA bietet zusammengefasst enormes Potential, die Informations- und Datenqualität zu verbessern [2, 3, 20].

### 3.5 Prozessorientierung

Basierend auf der EDA-Funktionsweise wird eine schnelle Informationsverarbeitung ermöglicht. Die im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen reduzierte Latenzzeit trägt zu dieser Verbesserung bei. Weiterhin zeigen Abschnitt 3.2 und 3.3, wie die Verwendung einer EDA die Effizienz und Flexibilität in der Abarbeitung von Prozessen unternehmensintern sowie -übergreifend erhöht [1, 2]. Die vorgestellten Szenarien tragen dazu bei, dass der Einsatz einer EDA basierend auf der entstehenden fachlichen Agilität, Prozesstransparenz und Aktualität der Daten eine effiziente und effektive Ereignisorientierung ermöglicht. Diese Tatsache führt wiederum dazu, dass die in Abschnitt 2.2 geforderte Echtzeitfähigkeit erreicht wird und Unternehmen bzw. Unternehmensverbände insgesamt flexibler und agiler werden. Gleichzeitig erhalten diese einen dramatischen Geschwindigkeitsschub hinsichtlich ihrer Reaktionsfähigkeit [1, 3, 20].

### 3.6 Partnerintegration, Komplexität, Einführung und Erfolgsmessung

Hinsichtlich der Partnerintegration zeichnet sich der EDA-Ansatz durch eine hohe Erweiterbarkeit aus. Die Anbindung kann erfolgen, wenn entsprechende Unternehmen diesen Architekturstil implementieren und sich über diese mit den unternehmensübergreifenden Events verbinden. Aufgrund der mangelnden Erprobung unternehmensübergreifender Ansätze können zur Einfachheit der Anbindung jedoch keine Aussagen getroffen werden. Theoretisch sind über das in Abschnitt 3.1 beschriebene Konzept alle an einer SC beteiligten

Partner mit entsprechender Infrastruktur integrierbar. Das gesamte System sieht jedoch keine einheitliche Zielsetzung vor. Opportunistisches Verhalten einzelner Unternehmen ist demnach nicht ohne weiteres zu unterbinden [1].

Der Einsatz einer EDA erhöht den integrierten Informationsfluss, ist gut skalierbar und verhilft zur intelligenteren und logischeren Arbeitsweise der gesamten unternehmerischen Architektur. Alle diese Faktoren reduzieren die bestehende Komplexität. Zwar harmonisiert die Anbindung und Integration der EDA an sich, jedoch kann die gesamte vorliegende Vielzahl sich im Einsatz befindlicher Systeme nicht reduziert werden. Der Fokus liegt wie beschrieben im ergänzenden Charakter [3, 8, 20].

EDA weist allerdings Schwächen hinsichtlich der Standardisierung auf. Damit die Kommunikation der ereignisverarbeitenden Komponenten einer EDA sowie die Suche nach und Verbreitung von signifikanten Mustern in der Event-Cloud möglich ist, werden dafür entworfene Sprachen verwendet. Momentan existieren allerdings viele verschiedene Formen dieser Sprachen, was eine einheitliche Modellierung, die Vergleichbarkeit und Erweiterbarkeit, sowie einen standardisierten Einführungsprozess erschwert [1, 7, 13, 18].

Weiterhin sind aufgrund des Neuigkeitsgrads einer EDA sehr wenig Fachkräfte und Erfahrungswissen vorhanden. In Verbindung mit der fehlenden Standardisierung und der uneinheitlichen Event-Modellierung mangelt es zum heutigen Zeitpunkt an einer etablierten Entwicklungsmethodik. Zukünftig gilt es daher, Best-Practice-Beispiele sowie Standards für die jeweilige Implementierung zu entwickeln bzw. bestehende Ansätze zu erweitern [1, 17, 18].

Die Überzeugung sämtlicher beteiligter Mitarbeiter spielt nach wie vor eine große Rolle im Rahmen von Systemeinführungsprojekten. Allerdings schafft eine EDA hier keine Abhilfe oder konkrete Maßnahmen, um diesen Punkt zu erfüllen. Hinsichtlich organisatorischer Vorbereitungen existieren jedoch Maßnahmen und Grundsätze wie z. B. die Definition von Regeln oder die Verwendung von Modellen bzw. Prozessschritten für die Entwicklung der EDA-Anwendungen [1, 2]. Ein umfassender Katalog mit organisatorischen Voraussetzungen oder Vorgehensmodellen wäre hierbei erstrebenswert. Kosten- und Erfolgsmessung sind bei der Einführung und dem Betrieb von neuen Architekturen eine betriebswirtschaftliche Notwendigkeit. Aufgrund vieler EDA-Eigenentwicklungen und wenig vorhandenen Best-Practice-Beispielen gestalten sich klare Aussagen über zu erwartende Einführungskosten schwierig.

Ferner stehen zur Evaluierung der profitablen Funktionsweise einer implementierten EDA bestimmte Messgrößen, die sogenannten „REACTS-Maße“, zur Verfügung. Diese Kenngrößen dienen dazu, Kosten und Nutzen einer EDA zuverlässig zu bestimmen [2, 7, 23].

## 4 Fazit

Werden sämtliche Erkenntnisse und getroffenen Aussagen zusammengefasst und auf die systematisch aufbereiteten Probleme und Herausforderungen aus Bild 1 bezogen, wird ersichtlich, dass der kombinierte Einsatz einer EDA in Verbindung mit SOA Abhilfe für viele aktuelle Probleme und Herausforderungen in komplexen Unternehmensnetzwerken bieten kann – sofern beide Konzepte intelligent verbunden und die daraus resultierenden Vorteile



- [15] Rommelspacher, J (2008): Ereignisgetriebene Architekturen. Wirtschaftsinformatik 50 (2008) 4: 314-317.
- [16] Schatten, A et al (2010): Best Practice Software. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [17] Senactive IT-Dienstleistungs GmbH (2008): Praktiker beurteilen Ereignisgesteuerte Architektur. [http://www.i-bi.de/extdoc/SENACTIVE\\_UmfrageIT-Trends%202009.pdf](http://www.i-bi.de/extdoc/SENACTIVE_UmfrageIT-Trends%202009.pdf). Abgerufen am 17.03.2011.
- [18] Springer, F; Emmersberger, C (2010): Event-Driven Business Process Management (ED-BPM). <http://www.hlmc.de/cepconf/downloads/eventdrivenbusinessprocessmanagementdbpm.pdf>. Abgerufen am 17.03.2011.
- [19] Starke, G (2009): Effektive Software-Architekturen. 4. Auflage, Hanser, München.
- [20] Taylor, H et al (2009): Event-driven architecture. 1. Auflage, Addison Wesley, Upper Saddle River.
- [21] Tibco Software Inc.: Optimizing the Supply Chain. [http://www.tibco.com/multimedia/wp-optimizing-the-supply-chain-ecosystem\\_tcm8-2461.pdf](http://www.tibco.com/multimedia/wp-optimizing-the-supply-chain-ecosystem_tcm8-2461.pdf). Abgerufen am 14.03.2011.
- [22] Wannenwetsch, H; Nicolai, S. (2002): E-Supply-Chain-Management. 1. Auflage, Gabler, Wiesbaden.
- [23] Wildemann, H (2008): Event Management in der Supply Chain. 2. Auflage, TCW-Verl., München.





# **Manufacturing Execution Systeme – die neue Generation von Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systemen?**

**Sebastian Olbrich**

Universität Duisburg-Essen, Mercator School of Management (MSM),  
47057 Duisburg, E-Mail: [sebastian.olbrich@uni-due.de](mailto:sebastian.olbrich@uni-due.de)

**Philipp Louis**

Philipps Universität Marburg, School of Business Administration and Economics,  
35032 Marburg, E-Mail: [louis@wiwi.uni-marburg.de](mailto:louis@wiwi.uni-marburg.de)

## **Abstract**

Manufacturing Execution Systeme (MES) sind eine relativ neue Klasse von Anwendungssystemen, die immer mehr in den Mittelpunkt bei der Betrachtung der IT-Unterstützung für die Industrie rücken. Dem Integrationsgedanken der Wirtschaftsinformatik folgend, steht bei diesen Systemen die integrative Unterstützung sämtlicher Produktionsprozesse - also auch der Produktionsplanung und -steuerung - im Fokus. Hierbei stellt sich unmittelbar die Frage, ob diese neuen Systeme traditionelle Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systeme (PPS-Systeme) ersetzen oder sie ergänzen sollten. Diese Frage soll im vorliegenden Artikel dadurch bearbeitet werden, indem die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen PPS-Systemen und MES expliziert und Integrationsempfehlungen gegeben werden.

## **1 Einleitung**

Die Flexibilität von Fertigungsunternehmen wird hauptsächlich durch die Anpassungsfähigkeit und Planungsgüte ihrer Produktionsprozesse determiniert. Als kritische Erfolgsfaktoren für den Unternehmenserfolg sind kurze Time-to-Market-Zeiten, geringe Kosten, schnelle Anpassungsfähigkeit an sich wandelnde Kundenanforderungen und Präzision in der Produktionsplanung und -steuerung zu nennen. Um diesen Anforderungen zu entsprechen, benötigen Unternehmen insbesondere eine flexible und anpassbare Unterstützung der Produktionsprozesse durch Anwendungssysteme (vgl. zur Definition von Anwendungssystemen [27]).

Hierfür hat sich neben den bisher etablierten Systemen in den letzten Jahren eine eigene Klasse von Anwendungssystemen gebildet, die unter dem Begriff MES subsumiert werden. Diese sollen eine integrative Basis für eine flexible Unterstützung der Produktionsprozesse und so für die Ausnutzung der Rationalisierungspotentiale sowie die damit verbundene Bildung von Wettbewerbsvorteilen darstellen [22, 26].

In diesem Beitrag steht daher die folgende Forschungsfrage im Mittelpunkt der Betrachtung: Können MES PPS-Systeme in der Zukunft ersetzen oder sollten beide Anwendungssysteme geeignet integriert werden? Dafür werden MES und PPS-Systeme mit ihren jeweiligen Aufgaben in den folgenden beiden Abschnitten definiert. Im vierten Abschnitt erfolgt eine Abgrenzung der beiden Klassen unter Zuhilfenahme des Y-CIM-Modells von Scheer sowie einer einzuführenden Anwendungssystemarchitektur. In den letzten beiden Abschnitten werden Integrations-empfehlungen erarbeitet und weitere Fragestellungen in diesem Bereich aufgezeigt.

## 2 Manufacturing Execution Systeme

Eine einheitliche Definition des Begriffes Manufacturing Execution System ist zurzeit nicht erkennbar. So führt Mertens den Begriff sogar als Beispiel für die Gefahr für das Fach Wirtschaftsinformatik auf, die in der mangelnden Präzision der Sprache und Begriffswelt beruht. [21] In Praxis und Wissenschaft werden zurzeit am häufigsten die Definitionen von der Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA), der Instrumentations, Systems, and Automation Society (ISA) oder des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) verwendet. Ein Problem dieser Definitionen ist allerdings insbesondere darin zu sehen, dass sie versuchen einen festen Funktionsumfang für ein MES zu definieren [11, 23, 29]. Dieser Versuch erscheint aber aufgrund von spezifischen, stark unterschiedlichen Anforderungen der Unternehmen an diese Anwendungssysteme nur schwer allgemein zu bestimmen. So werden beispielsweise in der chemischen Industrie andere Anforderungen an MES gestellt als in der Automobilindustrie [8, 24]. Diese Unterschiede sind vor allem darauf zurückzuführen, dass die Anforderungen an die Unterstützung durch ein MES im Wesentlichen durch die Ausprägung der jeweiligen Produktionssysteme determiniert werden [16, 20]. Diese Auffassung wird auch im Zusammenhang mit der Entwicklung und Implementierung von PPS-Systemen postuliert [7, 15].

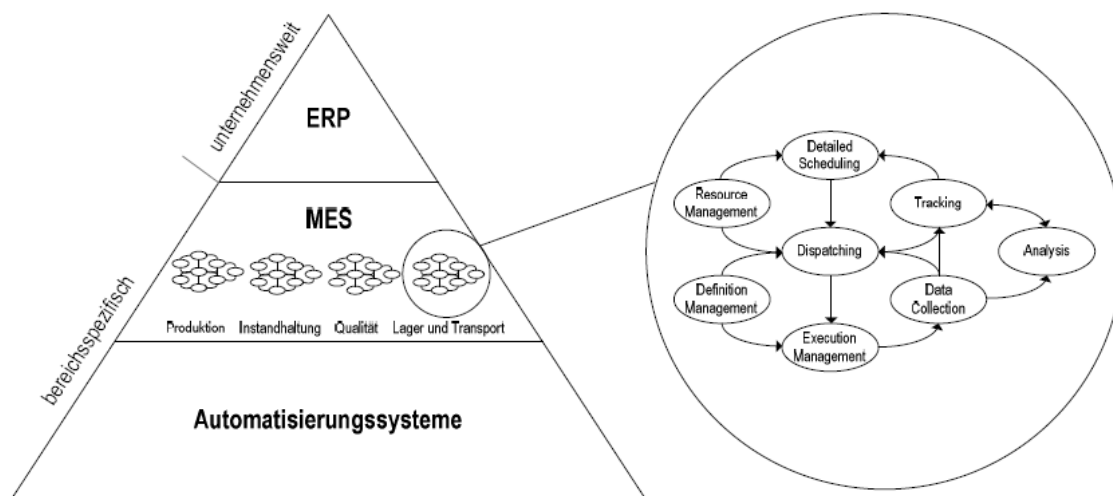
Daher erscheint es sinnvoll, ein stärker differenziertes Vorgehen bei der Definition anzuwenden und den Funktionsumfang eines MES nicht statisch zu definieren. So wird im Folgenden zwischen den Begriffen MES, und MES-Ebene unterschieden werden, wobei ein MES ein Anwendungssystem repräsentiert und die MES-Ebene eine Ebene in einer integrierten Anwendungssystemarchitektur darstellt und sowohl einen generischen wie auch einen konkreten Funktionsumfang enthalten kann.

Im Folgenden soll unter einem Manufacturing Execution System ein Anwendungssystem verstanden werden, das

- die Steuerung und Kontrolle der Produktion,
- die Bereitstellung und Verwendung von Real-Time-Daten über den gesamten Produktionsprozess und damit
- eine schnelle Reaktionsfähigkeit bei Abweichungen unterstützt sowie

- die Integration der Produktionsprozesse in die ERP-Systeme durch Anbindung der Automatisierungssysteme und die direkte Unterstützung der manuellen Produktionsprozesse ermöglicht, indem es eine (Teil-)Menge der Funktionen der MES-Ebene unterstützt. [19]

Um den Funktionsumfang eines MES zu definieren wird hier eine Systemarchitektur mit einer MES-Ebene verwendet, welche alle Funktionsgruppen beinhaltet, die originäre Funktionen eines MES unterstützen (vgl. Bild 1). Innerhalb der Architektur verbindet die MES-Ebene die Ebenen eines Produktionsbereiches - die Automatisierungssysteme und die MES-Ebene - mit der unternehmensweit ausgelegten ERP-Ebene und unterstützt so die Integration des Produktionsbereiches in die unternehmensweite IT-Landschaft.



**Bild 1:** Architektur der Anwendungssysteme eines produzierenden Unternehmens[2]

Die MES-Ebene selber kann dem ISA S95 Standard folgend in die Teilbereiche Produktion, Instandhaltung, Qualität sowie Lager und Transport unterteilt werden, welche die Funktionsgruppen zur Unterstützung der jeweiligen Prozesse beinhalten [12]. Zur Definition der Funktionsgruppen wird bei den vier Teilbereichen ein generisches Funktionsgruppenmodell angewandt [13 und Bild 1]. Der Funktionsumfang eines MES ergibt sich somit aus den Anforderungen des Produktionssystems und lässt sich fallspezifisch als Teilmenge der Funktionsgruppen der MES-Ebene charakterisieren.

In den weiteren Ausführungen wird insbesondere auf den Teilbereich Produktion und dessen Funktionsgruppen *production detailed scheduling* and *production dispatching* eingegangen, da diese dominierend sind für den Vergleich mit PPS-Systemen. In der Funktionsgruppe *detailed production scheduling* werden alle Funktionen subsumiert, die für eine korrekte Produktionsfeinplanung notwendig sind. Unter den gegebenen Randbedingungen, vor allem dem groben Produktionsplan eines ERP-Systems und den Ressourcenkapazitäten des *production resource managements*, ist ein für die Produktion verbindlicher Produktionsfeinplan basierend auf den im Teilbereich Produktion verfügbaren detaillierten Daten zu erstellen. Die in der Literatur für Produktionsfeinplanung diskutierten Strategien und Algorithmen müssen von dieser Funktionsgruppe bereitgestellt werden, insbesondere angepasst für den geringen Zeithorizont des Teilbereichs Instandhaltung und die Unterstützung auch komplexer Produktionsprozesse [1].

In der Funktionsgruppe *production dispatching* sind sämtliche Funktionen eingegliedert, die zur Zuordnung der Produktionsressourcen zu den einzelnen Produktionsaufträgen des Feinplanes notwendig sind; sie erstellt eine Zuordnungsliste. Mithin ist hier auch der Status der einzelnen Produktionsaufträge abrufbar und somit der aktuelle Status einzelner Kundenaufträge ermittelbar.

Sowohl die Funktionsgruppen selber wie auch die Datenflüsse zwischen der MES- und der ERP-Ebene werden vom ISA95 Standard detailliert definiert. Der aktuell in Bearbeitung befindliche vierte Teil des Standards soll zusätzlich die Datenflüsse zwischen den einzelnen Funktionsgruppen definieren, was den Standard zu einer generischen Schnittstellenspezifikation für die gesamte MES-Ebene werden lassen würde [14]. Die unabhängige Definition des Funktionsumfanges der MES-Ebene vom Begriff MES ermöglicht es, die Anforderungen an die IT-Unterstützung eines Produktionsbereiches abstrahiert von konkreten Systemen zu erheben und somit auch Anwendungssysteme zur Unterstützung der MES-Ebene mit zu betrachten, die nach allgemeinem Verständnis keine MES darstellen.

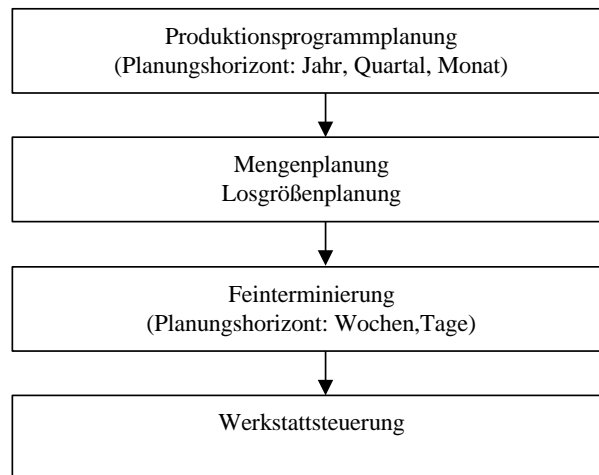
### 3 Produktionsplanungs und -steuerungs Systeme

Die Aufgabe der Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS-Systeme) ist es, unter Berücksichtigung der Produktionskapazitäten die Produktion in mengenmäßiger und zeitlicher Hinsicht zu planen und deren Durchführung zu steuern. In der Produktionsplanung wird ein Produktionsplan erstellt, der mengen-, zeit- und kapazitätsmäßig abgestimmt ist. Die Aufgabe der Produktionssteuerung ist die Unterstützung der Erstellung und die Überwachung der Durchsetzung des Produktionsplanes [7, 15].

Als Steuerkonzepte für PPS-Systeme werden in der Literatur unterschiedliche Ansätze diskutiert. So werden neben dem dominierenden Manufacturing-Resource-Planning-(MRP II) Konzept unter anderem auch die belastungsorientierte Auftragsfreigabe, das Fortschrittskennzahlenkonzept, das Kanban-Konzept und viele weitere aufgeführt [6]. Im Folgenden soll nur kurz die Steuerung nach dem MRP-II Konzept dargestellt werden, da diese das klassische PPS-Konzept darstellt [1].

Aufgrund der großen Komplexität des Planungsproblems in der Produktion ist der von der theoretischen Betriebswirtschaftslehre geforderte und auch sachlich korrekte Simultanansatz weder praktikabel noch durchführbar. Stattdessen wird mit dem MRP II-Konzept ein sukzessiver Planungsansatz verfolgt, der das Planungsproblem zeitlich und sachlich mit einem Stufenmodell disaggregiert und deswegen als hierarchische Produktionsplanung bezeichnet wird. Eine Rückkopplung - also eine Rückgabe der Ergebnisse an eine vorgelagerte Stufe - ist nicht vorgesehen [28]. Durch die Zerlegung in einzelne autarke Planungsstufen benötigen die jeweiligen Planungsläufe relativ wenig Zeit. Bild 2 stellt die einzelnen Stufen des MRP II-Konzeptes dar.

In der ersten Hierarchiestufe wird in der (Produktions-)Programmplanung ein Auftragsprogramm generiert mit einem Planungshorizont von ca. einem Jahr. Die Programmplanung kann daran anschließend rollierend erfolgen, so dass monatlich oder vierteljährlich dieses Auftragsprogramm aktualisiert wird. [1, 28]



**Bild 2:** Stufenmodell des MRP II-Konzeptes [1, 28]

Bei der zweiten Hierarchiestufe werden Mengen- und Grobterminplanung für einen verkürzten Planungshorizont durchgeführt. Im ersten Schritt werden in der Mengenplanung die Sekundärbedarfe - also die Bedarfe an Teilen und Rohstoffen - anhand der Stücklisten der innerbetrieblichen Aufträge (Primärbedarfe) errechnet. Auf Basis von geschätzten Durchlaufzeiten, errechnet zum Beispiel auf Basis des Mittelwerts der historischen Aufträge, wird eine Durchlaufterminierung ohne Berücksichtigung der Kapazitäten für jeden Auftrag isoliert durchgeführt. Über einen Kapazitätsausgleich wird dann versucht, den groben Produktionsplan mit den Produktionskapazitäten zu harmonisieren [1].

Die Feinterminierung stellt die dritte Stufe des MRP II-Konzeptes dar und bezieht sich nur auf die Teile des Auftragsprogramms, die kurzfristig (also zum Beispiel innerhalb der nächsten Wochen) gefertigt werden müssen. Die einzelnen Schritte der Feinterminierung sind die Verfügbarkeitsprüfung, die Auftragsfreigabe sowie die Kapazitätsterminierung und Maschinenbelegungsplanung [1].

Die Werkstattsteuerung stellt die letzte Hierarchiestufe dar und ist als einzige der Produktionssteuerung zuzuordnen. Hier wird versucht, das Ergebnis der dritten Hierarchiestufe umzusetzen, indem der Fortschritt überwacht und eine Feinplanung auf Basis von Minuten und Stunden erstellt wird [28].

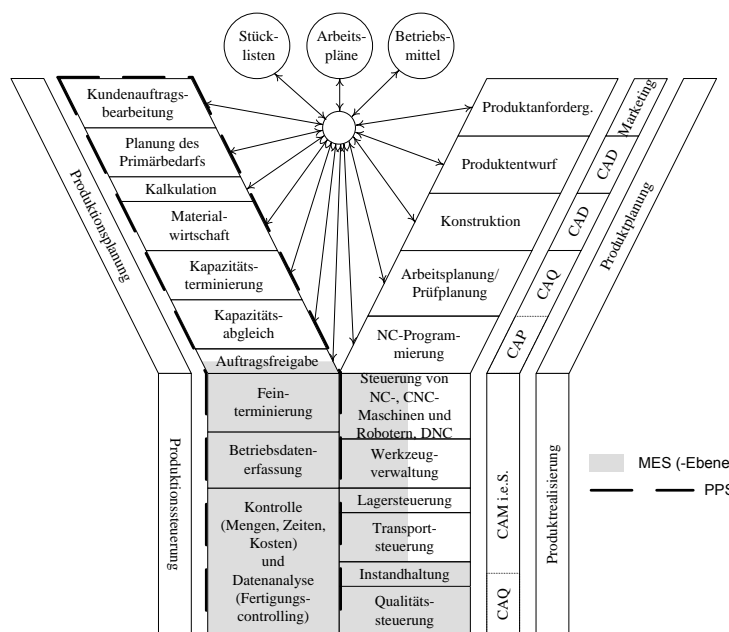
Auch wenn die neueren Konzepte für PPS-Systeme versuchen, diese Lücke zu schließen, so sind PPS-Systeme doch vornehmlich für die Belange der Stückgüterindustrie - also die stücklistenorientierte, diskrete Fertigung [28] - entwickelt worden und weisen für den Einsatz in der Prozessindustrie größere Defizite auf. Allerdings weist *Corstens* darauf hin, dass die Produktionssysteme (in Form der produktionstypologischen Merkmale Leistungswiederholung und die Produktionsorganisation) gewichtigen Einfluss auf die Ausgestaltung eines PPS-Systems haben und zum Beispiel PPS-Systeme für die Prozessindustrie auf Basis der bisher entwickelten Systeme speziell weiterentwickelt werden sollten [5].

## 4 Abgrenzung von PPS-Systemen und MES

Nach der Darstellung der beiden Anwendungssystemklassen können diese zueinander in Beziehung gesetzt werden. Betrachtet man die Gewichtung der Tätigkeiten Planung und Steuerung der Produktion, so liegt der Fokus bei den PPS-Systemen mehr auf den

Funktionen der Produktionsplanung. Die Produktionssteuerung wird in der Literatur nur ansatzweise diskutiert und ist auch in der Praxis nicht als Kern der verfügbaren PPS-Systeme anzusehen [1, 28]. Auch wird aufgrund des sukzessiven Planungsansatzes nicht umfassend auf die Möglichkeit zur Verbesserung der Produktionspläne durch Rückkopplungen zwischen der Produktionssteuerung und der Produktionsplanung zurückgegriffen. Daher lassen sich bei aktuellen PPS-Systemen die Bereiche Produktionsplanung und Produktionssteuerung eher zwei lose miteinander integrierte Module charakterisieren. Stellt man nun die Funktionen von MES und PPS-System auf Basis von Bild 2 gegenüber, so existieren scheinbar größere Überschneidungen bei den Funktionen der Systeme. Neben der Werkstattsteuerung werden große Teile der dritten Hierarchiestufe, insbesondere die Auftragsfreigabe und die Produktionssteuerung, sowohl als Aufgabenbereiche von PPS-Systemen und als auch von der MES-Ebene angesehen.

Analysiert man allerdings genauer, welche Funktionalitäten bei einem PPS-System sowie bei einem MES unter den gleichen Begriffen subsumiert werden, so wird deutlich, dass PPS-Systeme dort nur einen Teil der Funktionen eines MES unterstützen [10]. Bei den meisten PPS-Systemen beschränkt sich die Produktionssteuerung zumeist auf die reine Bereitstellung von Betriebsdatenerfassungs-(BDE)-Funktionalitäten für eine nachgelagerte Erfassung der Produktionsdaten, ohne das Potential einer Real-Time-Erfassung auszuschöpfen. Auf dieser tieferen Detailstufe betrachtet, beschränkt sich daher die Produktionssteuerung der PPS-Systeme auf eine Teilmenge der Funktionsgruppen des Teilbereichs Produktion der MES-Ebene, insbesondere auf den die Funktionsgruppen *production data collection* und *production execution management*, wobei auch von diesen Funktionsgruppen nur ein kleiner Teil der Funktionen unterstützt wird. Eine Gegenüberstellung der beiden Anwendungssystemklassen auf Basis von Bild 2 erscheint daher nicht adäquat, da eine wesentlich detaillierte Darstellung benötigt wird. Hierfür wird im Folgenden das Y-CIM Modell von Scheer verwendet, welches als das dominierende Referenzmodell für *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) angesehen werden kann [25]. Die Aussagen lassen sich anhand des Y-CIP Modells ebenso auf die Prozessindustrie übertragen [17].



**Bild 3:** Überschneidung der Funktionen von PPS-Systemen und MES [18]

PPS-Systeme decken den primär betriebswirtschaftlichen Ast des Y-CIM Modells ab (gekennzeichnet durch die gestrichelte Linie in Bild 3), wobei - wie schon zuvor diskutiert - der Schwerpunkt der Unterstützung der realen Systeme im Bereich der Produktionsplanung zu finden ist. Wobei aufgrund der fehlenden Real-Time-Daten aus der Produktionssteuerung oder der fehlenden internen Verarbeitung insbesondere die Feinterminierung eines PPS-Laufes nicht die benötigte Genauigkeit erlangen kann.

Die Funktionsgruppen eines MES (oder genauer der MES-Ebene) unterstützen den grau markierten Bereich des Y-CIM Modells. Hierbei werden sowohl Funktionsgruppen des Teilbereiches Produktion der MES-Ebene verwendet, wie auch der Teilbereiche Instandhaltung - für die Funktion Instandhaltung - sowie Qualität - für die Qualitätsteuerung. Die übrigen Funktionen werden durch die Funktionsgruppen des Teilbereiches Produktion unterstützt.

Aus dieser Gegenüberstellung wird ersichtlich, dass MES die Funktionen der PPS-Systeme im Bereich der Produktionssteuerung unterstützen können, aber sich die Funktionalität bei den Funktionen des oberen Teils des Astes (der Produktionsplanung) nur im Bereich der Auftragsfreigabe überlappen. Eine Substituierung von PPS-Systemen durch MES kann auf dieser Basis daher eher verneint werden. Die Integration der beiden Anwendungssysteme erscheint vorteilhaft.

Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass MES sicher in einige Funktionsbereiche der klassischen PPS-Systeme hereinreichen - insbesondere im Bereich der Produktionssteuerung, aber diese nicht vollständig ersetzen können. Der Fokus von MES liegt aber nicht in der Ersetzung von PPS-System, sondern in der integrativen Unterstützung der Produktionsprozesse. Es stellt sich mithin die Frage, wie eine Integration zwischen den beiden Anwendungssystemklassen gestaltet werden kann. Diese Frage wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

Über den Vergleich von PPS-Systemen mit MES hinaus ist aus Bild 3 auch das Potential von MES ersichtlich, welches diese für die Überwindung der oftmals im Rahmen von CIM (oder CIP) aufgezeigten Integrationsbedarfe insbesondere zwischen den primär betriebswirtschaftlichen und primär technischen Funktionen aufweist [1, 17].

## 5 Integrationsempfehlung

Die Idee die Schwachstellen vorhandener PPS-Systeme durch die Integration mit anderen Systemen zu beheben ist nicht neu. So wurde zum Beispiel von Becker & Roseman vorgeschlagen, die Anwendungsmöglichkeiten von PPS-Systemen durch eine kombinierte Verwendung mit einem elektronischen Leitstand zu erweitern [3]. Grünwald weist explizit auf die Notwendigkeit der Integration von Instandhaltungssystemen in PPS-Systeme hin und formuliert somit schon einen Kerngedanken von MES - die Integration der verschiedenen Shop-Floor-Systeme [9]. Innovativ am Konzept Integration von PPS-Systemen und MES ist daher vor allem, dass durch die Verwendung eines MES eine integrative Basis für die Unterstützung der Produktionsprozesse besteht und nicht unterschiedliche Systeme eingebunden werden müssen. Es erscheint daher durchaus vorteilhaft - dem *Best-of-Breed* Ansatz folgend - PPS-Systeme für die Produktionsplanung einzusetzen und die Unterstützung der Produktionsprozesse durch MES zu gewährleisten [4].

So können in der MES-Ebene die Ergebnisse der PPS-Systeme resp. der PPS-Module der ERP-Systeme entweder als Grobpläne zur weiteren Verfeinerung verwendet werden oder die gesamte Feinterminierung durch PPS-Systeme erfolgen. Sie werden dort häufig als Vorlage für eine detaillierte, mitunter minutengenaue Feinplanung verwendet.

Durch eine enge Integration von PPS-Systemen bzw. den eingesetzten PPS-Modulen von ERP-Systemen mit MES kann eine ständige Aktualisierung der verwendeten Soll-Durchlaufzeiten der PPS-Systeme unter Verwendung der im MES gesammelten Daten gewährleistet werden. Dies könnte insbesondere helfen die längerfristige Produktionsplanung durch realistische Sollwerte weiter zu verbessern. Aber auch die Güte der kurzfristigen Produktionsplanung kann mit Hilfe der umfassenden Datenbasis der MES wesentlich verbessert werden.

Neben diesen Daten kann aber auch die Verfügbarkeit der Instandhaltungsdaten die Anwendbarkeit der Produktionspläne stark verbessern. So können durch die Nutzung der Daten des Teilbereichs Instandhaltung der MES-Ebene Maschinenausfallzeit aufgrund von geplanten Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten direkt in die Planung mit einbezogen werden. Aber auch bei kurzfristigen Maschinenausfällen ermöglicht die direkte Integration eine unmittelbare Anpassung des Produktionsplanes, welche mit Hilfe des MES direkt an die Mitarbeitern weitergeben werden kann.

Durch die Verfügbarkeit der Daten des Teilbereiches Qualität kann das PPS-System in die Lage versetzt werden routinemäßige Maschinenbelegungen - wie zum Beispiel aufgrund von Kalibrierungen - zu berücksichtigen, was wiederum zur Verbesserung des Planungsgüte führen kann. Gleiches gilt für die Verwendung von exakten Transportzeiten für Wege zwischen einzelnen Produktionsschritten, die im Teilbereich Lager- und Transport erfasst und verwaltet werden.

Auch die bei Becker & Rosemann aufgezeigten vielfältigen Interdependenzen zwischen den einzelnen Funktionen des Y-CIM-Modells können durch ein integriertes MES ohne aufwändige und wartungsintensive Schnittstellen zwischen autonomen Teilsystemen berücksichtigt bzw. implementiert werden [3].

Auf Basis der in Bild 1 eingeführten Anwendungssystemarchitektur sollte die Unterstützung für die einzelnen Funktionsgruppen der MES-Ebene definiert und jeder Funktionsgruppe die entsprechenden Anwendungssysteme zugeordnet werden. Somit kann die Grenzen der MES-Ebene gegenüber der ERP-Ebene und dessen PPS-System fallspezifisch definiert werden. Im Idealfall müsste nur eine Schnittstelle zwischen dem PPS-System und dem MES implementiert werden – andernfalls nur eine reduzierte Anzahl von Schnittstellen, da auf das MES als integrative Basis zur Produktionsunterstützung zurückgegriffen werden kann. Damit können ebenso die Anforderungen bezüglich der Stabilität an prozessnahe Anwendungssysteme besser erfüllt werden, da Schnittstellen naturgemäß eher wartungsanfällig sind.

## 6 Zusammenfassung

MES und PPS-Systeme haben eine größere funktionale Schnittmenge. Die Frage danach, ob MES PPS-Systeme in Zukunft ablösen können, konnte nach der Gegenüberstellung beider Systemklassen eher negativ beantwortet werden. Auch eine bisweilen diskutierte



Weiterentwicklung von PPS-Systemen zu MES kann hier nicht identifiziert werden, da die mittelfristige Produktionsplanung oder auch die langfristige Produktionsprogrammplanung nach allgemeiner Auffassung nicht in den Aufgabenbereich eines MES fällt.

Die Integration von MES und PPS-Systemen bietet großes Potential und kann bei den PPS-Systemen durch die Integration von Real-Time-Daten aus dem MES zu einer erhöhten Planungsgüte führen. Aber auch für MES bietet die direkt Verfügbarkeit der Plandaten in der Produktion das Potential für eine höhere Nutzer-Akzeptanz als dem führenden System zur Produktionsunterstützung, da damit nicht mehr verschiedene Systeme von den Produktionsmitarbeitern verwendet werden müssen.

Weitere Forschungsarbeiten sollten sich mit der Funktionsverteilung zwischen MES und PPS-Systemen befassen. Aus dieser Funktionsverteilung heraus würde sich wiederum die Frage nach einer mehr generischen Definition der Schnittstelle ergeben. Wie oben erwähnt existieren in diese Richtung lediglich erste Ansätze seitens der ISA.

## 7 Literatur

- [1] Adam, D., Produktions-Management. 9., überarb. Aufl., Nachdr. ed. 2001, Wiesbaden: Gabler. XIX, 720 S.
- [2] Alpar, P. and J.P. Louis, Integration von Produktionsdaten in Controlling-Systeme, in Einfachheit – Ein Leitbild für Wirtschaftsinformatik und Controlling. 2008, vom Brocke, Jan Becker, Jörg: Münster. p. 165-178.
- [3] Becker, J. and M. Rosemann, Logistik und CIM : die effiziente Material- und Informationsflußgestaltung im Industrieunternehmen. Springer-Lehrbuch. 1993, Berlin [u.a.]: Springer-Verl. XXII, 338 S.
- [4] Bendeich, E., Produktionsplanung und Fertigungssteuerung mit ERP und MES. REFA-Nachrichten, 2005. 2: p. 4-10.
- [5] Corsten, H. and C. May, Besonderheiten der Produktion in der Verfahrensindustrie und ihre Auswirkungen auf PPS-Systeme, in Handbuch Produktionsmanagement, Strategie - Führung - Technologie - Schnittstellen, H. Corsten, Editor. 1994, Gabler: Wiesbaden. p. 871-889.
- [6] Glaser, H., Steuerungskonzepte von PPS-Systemen, in Handbuch Produktionsmanagement, Strategie - Führung - Technologie - Schnittstellen, H. Corsten, Editor. 1994, Gabler: Wiesbaden. p. 747-761.
- [7] Glaser, H., W. Geiger, and V. Rhode, PPS - Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen - Konzepte - Anwendungen. 2., überarb. Aufl. ed. 1992, Wiesbaden: Gabler. XVII, 512 S.
- [8] Gould, L.S., MES Will E-commerce drive it into auto? Automotive Manufacturing & Production, 2000. January.
- [9] Grünewald, C., Integration der Instandhaltung in PPS-Systeme, in Handbuch Produktionsmanagement, Strategie - Führung - Technologie - Schnittstellen, H. Corsten, Editor. 1994, Gabler: Wiesbaden. p. 835-852.

- [10] Huttner, W., Durchgängige Betrachtung der Lieferkette durch MES. *Industrie Management*, 2003. 19(2): p. 56-59.
- [11] ISA, ANSI/ISA-95.00.01-2000, Enterprise Control System Integration, Part 1: Models and Terminology, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2000.
- [12] ISA, ANSI/ISA-95.00.02-2001, Enterprise Control System Integration, Part 2: Object Model Attributes, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2001.
- [13] ISA, ANSI/ISA-95.00.03-2005, Enterprise Control System Integration, Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2005.
- [14] ISA, ANSI/ISA-95.00.04-2005, Draft: Enterprise Control System Integration, Part 4: Object models and attributes for Manufacturing Operations Management, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2005.
- [15] Kautz, W.-E., Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme : Konzept zur technisch-ökonomisch begründeten Auswahl. *Betriebswirtschaftliche Forschung zur Unternehmensführung* ; 28. 1996, Wiesbaden: Gabler. XX, 320 S.
- [16] Kletti, J., MES - Manufacturing Execution System : moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung. 1. Aufl ed. VDI-Buch. 2005, Berlin [u.a.]: Springer. 268 S.
- [17] Loos, P., Produktionslogistik in der chemischen Industrie : betriebstypologische Merkmale und Informationsstrukturen. *Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft*. 1997, Wiesbaden: Gabler. XIX, 261 S.
- [18] Louis, J.P., Zur Entwicklung eines produktionstypologisch basierten Vorgehensmodells für die Auswahl eines Manufacturing Execution Systems, in *Institut für Wirtschaftsinformatik*. 2008, Philipps-Universität Marburg: Marburg. p. 240.
- [19] Louis, J.P. and P. Alpar. Flexible production control - a framework to integrate ERP with manufacturing execution systems. in *EMCIS - European and Mediterranean Conference on Information Systems*. 2007. Valencia.
- [20] Louis, J.P. and P. Alpar, Potenziale nicht ausgeschöpft - wie pharmazeutische Unternehmen ihr MES bewerten. *IT & Production*, 2008. 12: p. 26-29.
- [21] Mertens, P., Gefahren für die Wirtschaftsinformatik - Risikoanalyse eines Faches, in *Wirtschaftsinformatik 2005*, O.K. Ferstl, et al., Editors. 2005: Heidelberg. p. 1733-1754.
- [22] MESA, Execution-Driven Manufacturing Management for Competitive Advantage, in *White Paper Number 5*. 1997, Manufacturing Enterprise Solutions Association: Pittsburgh.
- [23] MESA, MES Explained: A High Level Vision, in *White Paper Number 6*. 1997, Manufacturing Enterprise Solutions Association: Pittsburgh.
- [24] Namur, NA94 - MES: Funktionen und Lösungsbeispiele der Betriebsleitebene, in *NAMUR-Arbeitsblatt*. 2003, Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie: Leverkusen.

- [25] Scheer, A.-W., Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Studienausg., 2., durchges. Aufl ed. 1998, Berlin [u.a.]: Springer. XXVI, 780 S.
- [26] Schumacher, J., Wertschöpfung ohne Verschwendung durch den Einsatz von MES. PPS Management, 2004. 3: p. 17-19.
- [27] Teubner, R.A., Organisations- und Informationssystemgestaltung: theoretische Grundlagen und integrierte Methoden. Gabler-Edition Wissenschaft Informationsmanagement und Controlling. 1999, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.]. XIV, 344 S.
- [28] Vahrenkamp, R. and C. Siepermann, Produktionsmanagement. 5., vollst. überarb. Aufl ed. 2004, München [u.a.]: Oldenbourg. XIII, 365 S.
- [29] VDI, Manufacturing Execution Systems - Fertigungsmanagementsysteme, in VDI-Richtlinien VDI 5600. 2006.



# **Defizite und Potentiale im Bereich der Usability betriebswirtschaftlicher Anwendungen in Kleinst-, Klein- und mittelständischen Unternehmen am Beispiel des Freistaats Sachsen**

**Christian Lambeck**

Technische Universität Dresden, Institut für Software- und Multimediatechnik,  
01062 Dresden, E-Mail: christian.lambeck@tu-dresden.de

**Christian Leyh**

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insb. Informationssysteme in Industrie und Handel, 01062 Dresden,  
E-Mail: christian.leyh@tu-dresden.de

## **Abstract**

Die Mehrheit betriebswirtschaftlicher Anwendungen nutzt zur Darstellung formularbasierte Dialoge, Menüs und tabellarische Auflistungen. Das damit verbundene Defizit äußert sich in der vollumfänglichen Präsentation des Informationsraums (z.B. in Form einer Tabelle mit mehreren tausend Datensätzen). Die Möglichkeiten, den Detailgrad sowie die Darstellungsform der Informationen zu bestimmen, sind nur sehr eingeschränkt vorhanden. Zudem muss der Anwender über Kenntnisse der Dialogstruktur verfügen, um mit den Daten sowie den Operationen auf ihnen umgehen zu können. Die vorliegende Studie soll die Potentiale und Defizite am Beispiel des Freistaats Sachsen genauer untersuchen. Sie soll zudem Aufschluss darüber geben, welche Bedürfnisse bezüglich der Benutzeroberfläche vorhanden sind und welchen Schwerpunkten sich anschließende Forschungsfragen widmen sollten.

## **1 Einleitung und Motivation**

Betriebliche OpenSource-Systeme bieten insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), aber auch Kleinstunternehmen eine kostengünstige und auf die Bedürfnisse zugeschnittene Alternative zu kommerziellen Lösungen [11]. Beiden Anwendungsklassen ist jedoch gemein, dass die Visualisierungs- und Interaktionsformen im Vergleich zu anderen Anwendungsbereichen nur in geringem Umfang vorangetrieben wurden. Der Schwerpunkt von Forschung und Entwicklung wird nach wie vor im Bereich der Algorithmen, der Erweiterung des Funktionsumfanges sowie der Softwarearchitektur gesehen. (z.B. [13]) Deshalb verwundert es nicht, dass die seit mehreren Jahrzehnten

etablierten Ansichts- und Interaktionsmetaphern (vgl. [14]) nach wie vor Gültigkeit besitzen. Während in anderen Bereichen innovative Visualisierungen [7],[9] oder gar berührungslose Interaktionen [3] kein Novum mehr sind, stagnieren die heutigen betriebswirtschaftlichen Anwendungen nicht selten bei formularbasierten Dialogstrukturen, tabellarischen Sichten und hierarchischen Kontextmenüs. In der Übertragbarkeit innovativer Bedienkonzepte und Visualisierungen sowie dem Einsatz leistungsfähiger, mobiler Endgeräte kann ein erhebliches Potential zur Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit vermutet werden.

Bislang durchgeführte Studien im Bereich betriebswirtschaftlicher Anwendungen, wie etwa den ERP-Systemen, widmen sich eher dem Verbreitungsgrad oder auch dem Funktionsumfang (s. Kap. 2) und beleuchten daher kaum die potentiellen Defizite der grafischen Benutzerschnittstelle. Die in diesem Beitrag vorgestellte Studie setzt hier einen Schwerpunkt. Anhand der produzierenden Kleinst-, Klein- und mittelständischen Unternehmen im Freistaat Sachsen werden neben den verwendeten Systemen und Anpassungen auch die häufigsten Ansichten, der Gebrauch mobiler Endgeräte sowie die „intrinsischen“ Bedürfnisse der Zielgruppe bezüglich Visualisierung und Interaktion thematisiert. Im Ergebnis sollen Ansätze ermittelt werden, die zur Minimierung bestehender Probleme im Bereich der grafischen Benutzerschnittstelle beitragen.

## 2 Verwandte Arbeiten

Relevante Studien, welche sich im Schwerpunkt mit den Defiziten der Benutzerschnittstelle von Unternehmensanwendungen befassen, sind in der Literatur nur selten zu finden. Im Folgenden wird deshalb ein kurzer Überblick über angrenzende Arbeiten gegeben.

Bereits bei der Auswahl eines ERP-Systems versuchen diverse Leitfäden den Klein- und mittelständischen Unternehmen eine Hilfestellung zu bieten, indem kommerzielle als auch OpenSource-Systeme bezüglich ihres Funktionsumfanges und Anwendungsbereiches vorgestellt werden [12],[15]. Die Bewertung der Usability eines solchen Systems ist in der Regel jedoch nicht Bestandteil. Retrospektive ERP-Zufriedenheitsstudien erlauben hingegen einen umfassenderen Blick auf die Erfüllung von (Nutzer-) Bedürfnissen bezüglich der Anwendung selbst, aber auch hinsichtlich der Projektpartner [17],[5]. Die Problemidentifikation wird dabei nach Einführungs- und Betriebsphase unterteilt. Als relevante, nutzerbezogene Hürden wurden vor allem die Ergonomie (11%) und der hohe Supportbedarf (10%) in der Betriebsphase sowie ein sehr hoher Schulungsaufwand (7%) in der Einführungsphase identifiziert. Diese Indikatoren deuten bereits auf eine zentrale Problemstellung hin, werden jedoch nicht umfassender untersucht.

Unter dem Begriff der Bedürfniserfüllung (*user satisfaction*) kann eine weitere Annäherung an Fragestellungen zur Mensch-Computer-Interaktion im Bereich von ERP-Systemen verstanden werden. Zum Teil unterschiedlich interpretiert, zum Teil beeinflusst von unterschiedlichen Faktoren, stellt dieser Begriff einen Teil der sogenannten *human factors* dar. Er umfasst Aspekte wie etwa Bedienkomfort (*ease of use*) und zügige Ergebnisausgabe (*timeliness*) eines Systems [10] und wird unter anderem von der Einbeziehung des Endanwenders in den Einführungsprozess (*user participation*) [1] sowie den empfundenen Aufwand zur Systemnutzung (*Perceived Effort Requirement for ERP usage*) [2] beeinflusst.

Diese Modelle zur Bestimmung oder gar Vorhersage der Bedürfniserfüllung beziehen den Endanwender und damit auch die Benutzerschnittstelle in Ansätzen mit ein, behandeln den Nutzer-Bild-Dialog (vgl. [4]) jedoch nicht umfassend.

Typische Problemstellungen, denen Nutzer in ihrem alltäglichen Systemumgang begegnen, konnten von Topi et al. [16] anhand von Interviews ausfindig gemacht werden. Diese betreffen die Identifikation und den Zugriff auf die gewünschte Funktionalität, Probleme bei der Transaktionsausführung, begrenzte Ausgabemöglichkeiten der Anwendung sowie unzureichende Unterstützung in Fehlersituationen. Die gewonnenen Erkenntnisse betreffen explizit die Usability, beschränken sich jedoch auf eine konkrete ERP-Implementierung sowie die Befragung von 10 Nutzern. Dennoch sind die herausgestellten Probleme eine geeignete Ergänzung der vorliegenden Studienergebnisse, sodass ein ganzheitliches Lagebild entsteht.

### 3 Erhebung der Datengrundlage

Gemäß den förderpolitischen Zielen des Europäischen Sozialfonds (ESF) und des Freistaates Sachsen liegen Kleinst-, Klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) im Schwerpunkt der folgenden Betrachtung. Die Klassifikation von Unternehmen bezieht sich für die vorliegende Studie auf die *Empfehlung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (2003/361/EG), insb. Art. 7 - Statistische Daten* [6]. Im Rahmen der Umfrage sind hier insbesondere produzierende Unternehmen adressiert. Kleinstunternehmen sind gemäß obiger Empfehlung durch eine Mitarbeiterzahl kleiner 10 sowie einen Jahresumsatz von bis zu 2 Mio. € gekennzeichnet. Kleinunternehmen hingegen stellen weniger als 50 Mitarbeiter ein und generieren einen Umsatz von bis zu 10 Mio. €. Letztlich umfasst die Klasse der Mittelständischen Unternehmen zwischen 50 und weniger als 250 Angestellte. Ihr Jahresumsatz darf 50 Mio. € nicht überschreiten.

#### 3.1 Bestimmung der Grundgesamtheit

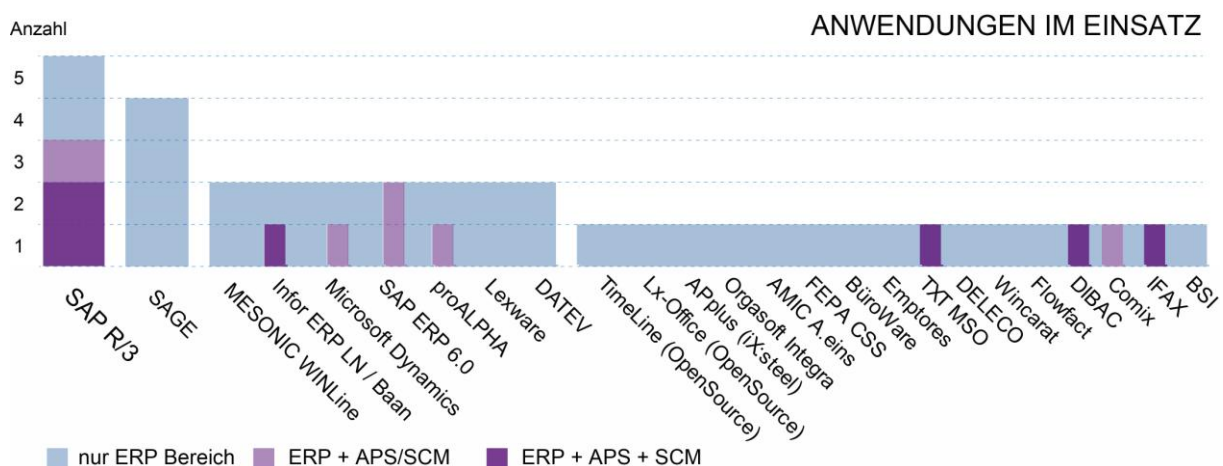
Um die Zielgruppe anhand der o.g. Charakteristika bestimmen zu können, wird auf die *AMADEUS* - Datenbasis zurückgegriffen, welche durch die Sächsische Staats-, Landes- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) bereitgestellt wird. Die Auswahlkriterien umfassen dabei die Region (Bundesland Sachsen), die Branche (Herstellung von Nahrungsmitteln, Getränken, Maschinen und Zubehör, Metallwaren, Papierwaren, Chemischen Produkten, Automobilbau u.a. - insgesamt 23 Subkategorien), die Anzahl der Angestellten sowie den Jahresumsatz (*operational revenue*). Die zugrundeliegenden Daten beziehen sich auf den jeweils zuletzt verfügbaren Wert. Nach Abfrage der Datenbasis vom 27.04.2011 umfasst die Zielgruppe exakt 500 Unternehmen (211 Kleinst-, 108 Klein- und 181 Mittelständische Unternehmen), von denen 8 ohne jegliche Erreichbarkeit geführt sind. Da die Befragung in Form eines interaktiven PDF-Formulars durchgeführt wurde, scheiden diese somit vorab aus. Weitere 13 Unternehmen besitzen nach ersten Recherchen nachweislich einen Konzernhintergrund und/ oder sind mit Hauptsitz nicht in Sachsen ansässig (z.B. Zweigniederlassung), sodass sie ebenso ausscheiden. Es verbleiben vorerst 479 Unternehmen in der Zielgruppe.

### 3.2 Rücklauf und Sondierung

Per E-Mail wurden diese 479 Teilnehmer angefragt, wobei 109 antworteten (22,8 %). 370 Anfragen blieben unbeantwortet (77,3 %). Von den 109 Rückmeldungen lehnten 51 Befragte die Teilnahme unter Angabe einer der folgenden Gründe ab: *kein Interesse*, *Unternehmensauflösung*, *Konzernhintergrund*, sowie *keine Produktion*. Da sich die Studie den produzierenden KMU in Sachsen widmet, reduziert sich die Teilnehmerzahl mit Ausnahme des Grundes *kein Interesse* um 34 Teilnehmer und es verbleiben 445 Unternehmen. Diese finale Zielgruppe bildet die Basis zur weiteren Auswertung der Studie. Der Anteil positiver Rückmeldungen erhöht sich somit auf 13 % (58) gegenüber 87 % (387) ohne oder mit negativer Antwort.

## 4 Anwendungslandschaft

Im Rahmen der Studie wurde der Verbreitungsgrad von ERP-, APS- und SCM-Systemen untersucht. Erwartungsgemäß sind ERP-Anwendungen mit 67,2% am weitesten verbreitet. Es folgen mit großem Abstand APS- (27,6%) und SCM-Systeme (13,8%). Weiterhin stellte sich heraus, dass die Anwendungslandschaft mit 25 verschiedenen Systemen sehr heterogen ausgeprägt ist (s. Bild 1). Hierunter finden sich nur zwei Open Source-Systeme. Im Folgenden sollen einige Aspekte des Systemeinsatzes näher untersucht werden.

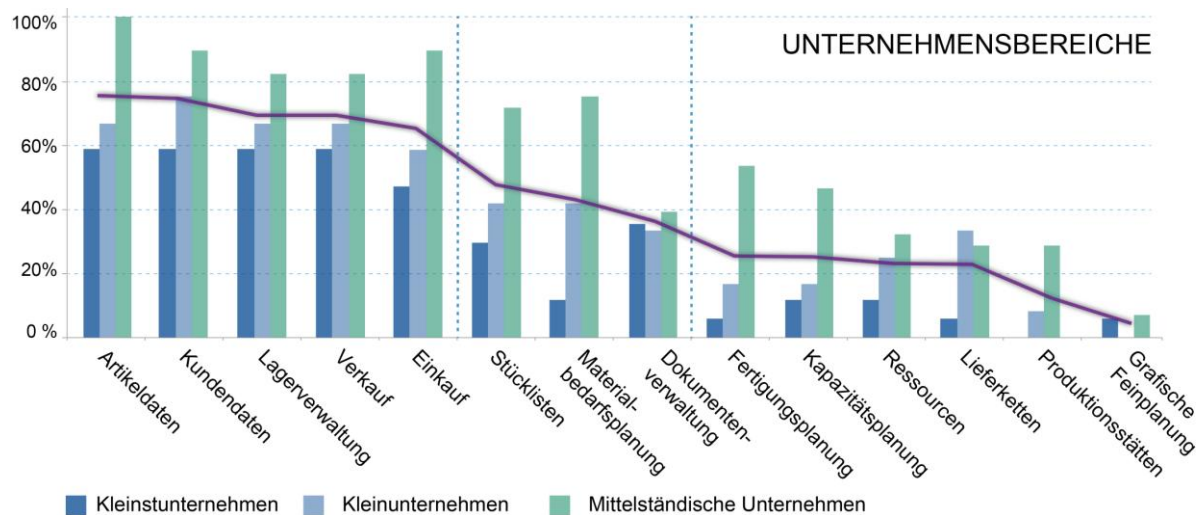


**Bild 1:** Anwendungslandschaft nach Anzahl der Nennungen geordnet; Systeme, die mehr als nur das ERP-Segment in einem Unternehmen bedienen, wurden hervorgehoben

### 4.1 Unterstützte Unternehmensbereiche

Zunächst kann festgestellt werden, dass Artikel- und Kundendaten, Lagerverwaltung sowie Ein- und Verkauf elementare Unternehmensfunktionen sind (s. Bild 2, links). Im mittleren Bereich (Stücklisten bis Dokumentenverwaltung) sinkt die Priorität der entsprechenden Funktionen, wobei für die Materialbedarfsplanung die größte Divergenz festzustellen ist. Das letzte Drittel des Diagramms (Fertigungsplanung bis Grafische Feinplanung) verdeutlicht, dass gerade die produktionsnahen Unternehmensbereiche für Kleinstbetriebe nur geringe Bedeutung besitzen.





**Bild 2: Durch betriebliche Anwendungen unterstützte Unternehmensbereiche**

## 4.2 Alternativen und Ergänzungen

In Unternehmen, die eine ERP-Standard-Lösung verwenden, ergänzt nur ein geringer Anteil von 13,5% ihr System durch Excel oder eine Eigenentwicklung. Für Firmen ohne eine solche Standard-Lösung, sind Excel oder eigene Entwicklungen zu 47,1% ein geeigneter Ersatz. Der Bedarf nach IT-Unterstützung im ERP-Bereich kann somit auf insgesamt 82,8 % beziffert werden. Im APS-Bereich sind es lediglich 44,8%. Noch geringer scheint mit 36,2% der Bedarf im SCM-Bereich zu sein. Zusammenfassend kann unter Berücksichtigung des Verbreitungsgrades aus Kapitel 4 festgestellt werden, dass der Bedarf an Anwendungsunterstützung deutlich höher ist als der Einsatz branchenspezifischer Standard-Anwendungen: Bei ERP-Systemen beträgt die Differenz 15,6%, für APS-Systeme 17,2 und für SCM-Systeme 22,4%. Die Gründe gegen die Einführung eines konventionellen Systems werden in Abschnitt 4.5 genauer betrachtet.

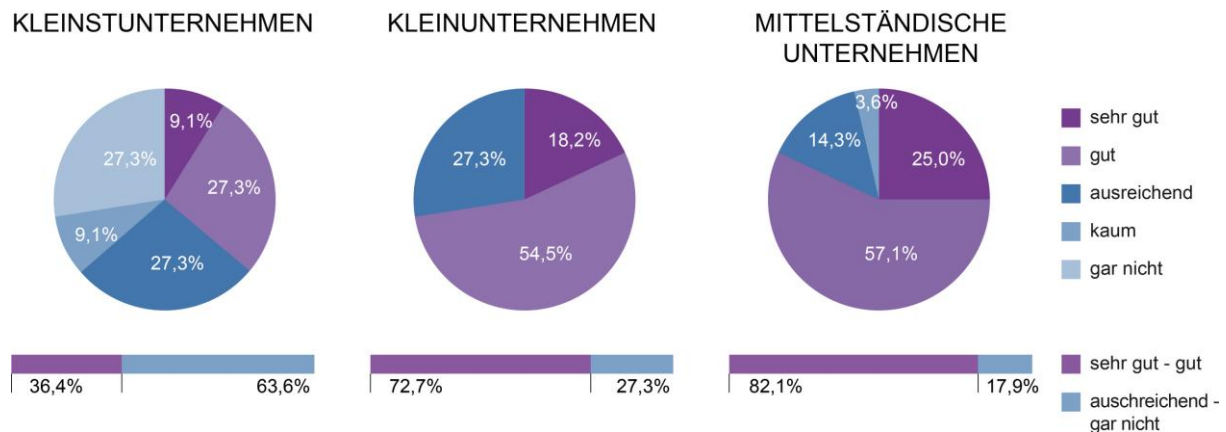
## 4.3 Durchgeführte Anpassungen

67,2% der befragten Unternehmen haben Veränderungen an ihren konventionellen oder auch alternativen Anwendungen durchgeführt bzw. durchführen lassen. Die Anpassungsoptionen reichen je nach Komplexität von einfachen Einstellungen, über ergänzende Softwarepakete zur Erfüllung einer bestimmten Funktionalität, (sog. Bolt-Ons) bis hin zur Anbindung weiterer (Alt-) Systeme oder gar dem Eingriff in den originären Sourcecode [8]. Insgesamt konnte jedoch nicht festgestellt werden, dass bei wenigen Änderungen zunächst die einfachen und erst anschließend die komplexen durchgeführt werden. Von den gegebenen 7 Anpassungsgraden werden im Mittel vier relativ gleichverteilt genutzt.

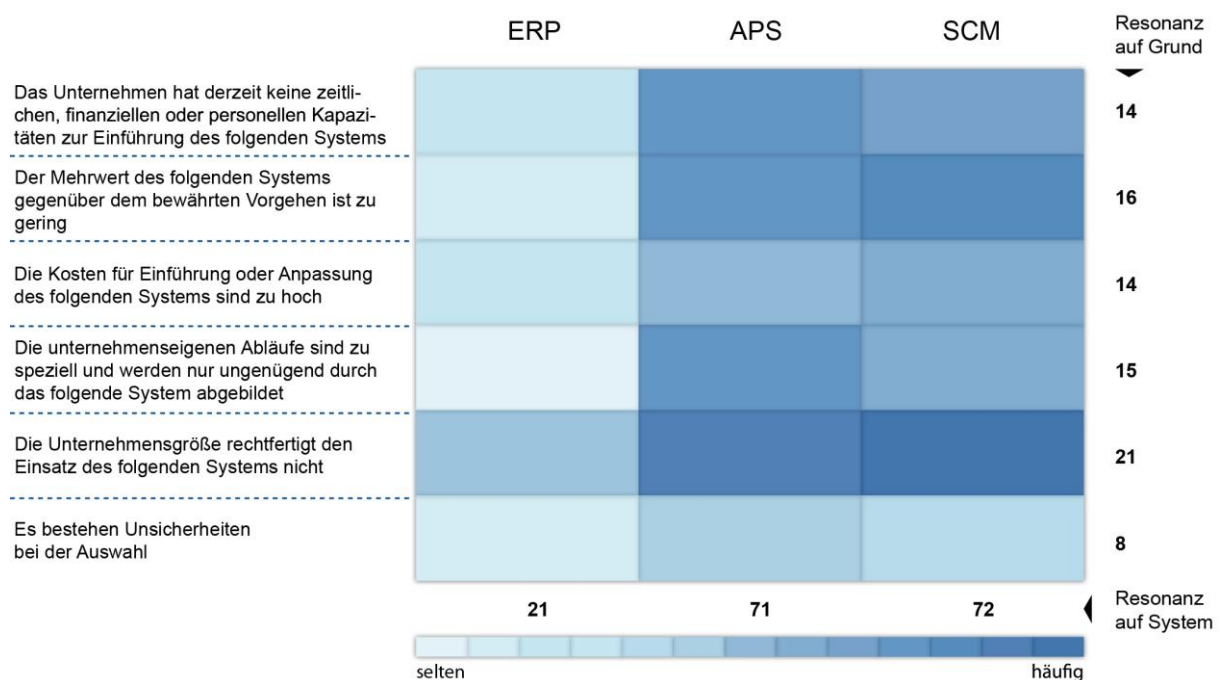
## 4.4 Grad der Unterstützung

Für die Analyse des Unterstützungsgrades und der damit verbundenen Zufriedenheit mit den Systemen standen 50 der 55 Datensätze zur Verfügung. Das Spektrum des Unterstützungsgrades reicht hierbei von sehr gut (10) über gut (25) und ausreichend (10), bis hin zu kaum (2) und gar nicht (3). Somit sehen 70,0% der Unternehmen eine gute oder gar sehr gute Unterstützung ihrer Unternehmensabläufe durch die Anwendungen bzw. deren Alternativen. Bezüglich der Unternehmensgröße ist folgendes festzustellen: von den

11 Kleinstunternehmen geben nur 4 (36,4%) eine gute bis sehr gute Unterstützung der Arbeitsabläufe durch das System an. Bei den 11 Kleinunternehmen sind es bereits 8 (72,7%) und von den 28 Mittelständischen Unternehmen gar 23 (82,1%, s. Bild 3) Eine klare Korrelation zwischen Anzahl und Komplexität durchgeführter Anpassungen und der Zufriedenheit mit den Systemen ist nicht erkennbar. Demnach können auch wenig umfangreiche Anpassungen einen hohen Grad an Unterstützung bieten.



**Bild 3:** Zufriedenheit der Anwender mit ihrem System bzgl. des Unterstützungsgrades



**Bild 4:** Häufigkeiten der Nennung von Gründen gegen einen System-Einsatz

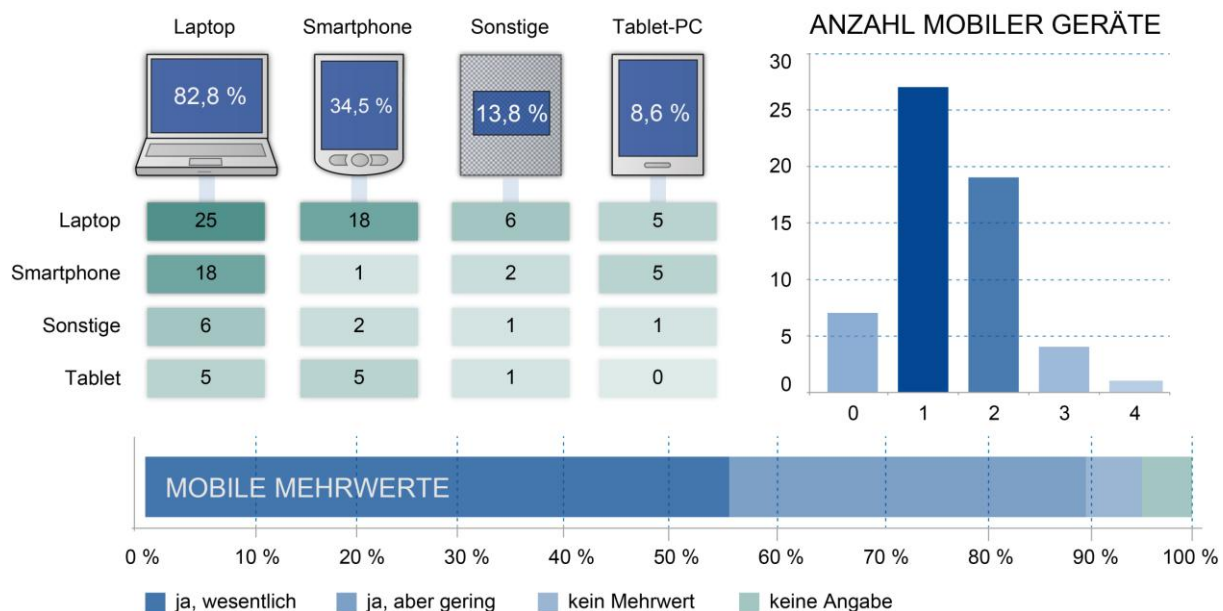
#### 4.5 Gründe gegen den Einsatz

Da eine hohe Teilnehmerzahl ERP-Systeme nutzt, sind die Gründe gegen den Einsatz einer solchen Anwendung eher selten (s. Bild 4, heller Bereich links und unten). Lediglich 21 Unternehmen gaben Gründe gegen eine Verwendung an. Insbesondere die geringe Unternehmensgröße ist ein wesentliches Argument. Deutlich häufiger wurden die Gründe gewählt, welche gegen den Einsatz eines APS- oder SCM-Systems sprechen. Auch hier ist

in erster Linie die geringe Unternehmensgröße zu nennen. APS-Anwendungen werden zudem aufgrund geringer Kapazitäten zur Einführung, einem geringen Mehrwert gegenüber dem aktuellen Vorgehen sowie unternehmensspezifischen Abläufen nicht eingesetzt. Ein zu geringer Mehrwert gegenüber etablierten Abläufen ist ein weiterer, wesentlicher Grund gegen den SCM-Einsatz. Unsicherheiten bei der Auswahl eines Systems bestehen hingegen kaum.

## 5 Einsatz mobiler Endgeräte

51 der beteiligten 58 Unternehmen setzen zur Unterstützung ihrer Arbeitsabläufe mobile Endgeräte ein (87,9%). Erwartungsgemäß sind dies in erster Linie Laptops (82,8%), gefolgt von Smartphones (34,5%). Es schließen sich sonstige mobile Geräte mit 13,8% an. Der geringe Einsatz von Tablet-PCs mit 8,6% ist sicher auch auf die noch relativ junge Technologie zurückzuführen. 25 Teilnehmer verwenden ausschließlich einen Laptop (s.Bild 5, Matrix oben links), wohingegen 18 Unternehmen den Einsatz des Laptop mit einem Smartphone ergänzen.



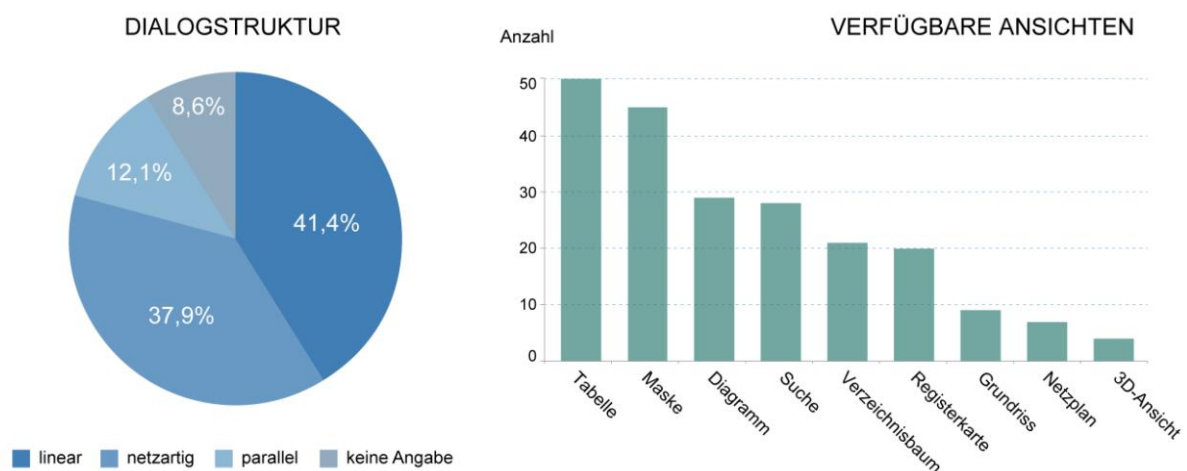
**Bild 5:** Mobile Endgeräte-Klassen und ihre kombinatorische Verwendung (links oben), absolute Anzahl mobiler Geräteklassen in einem Unternehmen (rechts oben) sowie Aussagen zum Mehrwert des mobilen Einsatzes (unten)

Die Gruppe der Unternehmen, die ein Tablet einsetzen (5), nutzen ebenso ein Smartphone und sehen in mobilen Endgeräten einen wesentlichen Mehrwert. Insgesamt sind 55,2% der Ansicht, dass mobile Endgeräte einen wesentlichen Mehrwert bieten, weitere 34,5% sehen zumindest einen geringen Mehrwert gegenüber dem stationären Arbeitsalltag. Für lediglich 5,2% der Befragten ergibt sich kein Mehrwert, sodass in diesen Fällen auch keine mobile Unterstützung stattfindet. Aufgrund der breiten Resonanz sind keine Branchen, Regionen oder Unternehmensgrößen besonders hervorzuheben.

## 6 Dialogstruktur und verfügbare Ansichten

Im Teilnehmerfeld zeigt sich klar, dass Bearbeitungsschritte in weiten Teilen linear oder netzartig (Sprünge in der Abfolge sind möglich) verlaufen (s.Bild 6, links). Die allgemeine Dialogstruktur ist somit weitestgehend systemgeführt und bzgl. der aktuellen Aufgabenstellung determiniert. Die Nutzung „paralleler“ Dialogstrukturen geben demnach nur wenige Anwender an. In diesen Fällen könnte man eher von einem „wahlfreien“ Zugriff sprechen, da keine vorbestimmten Abarbeitungsfolgen (i.S. eines Workflows) durchlaufen werden.

Abhängig von den verwendeten Systemen und Unternehmensbereichen stehen diverse Ansichten und damit Oberflächenelemente zur Verfügung (s.Bild 6, rechts). Aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten ist die Tabelle als Darstellungsform am weitesten verbreitet (90,9%). Masken- bzw. formularbasierte Layouts sind mit einem Anteil von 81,8% ebenfalls sehr häufig anzutreffen. Gegenüber diesen „klassischen“ und seit Jahrzehnten etablierten Ansichten sind topologische Visualisierungen wie Grundrisse, Prozess- und Ablaufdarstellungen in Form von Netzplänen sowie dreidimensionale Ansichten erheblich seltener.



**Bild 6:** Freiheitsgrad des Nutzerdialoges von linear bis parallel (links) sowie Auflistung der in den genutzten Systemen verfügbaren Ansichten (rechts)

## 7 Bedürfnisse der Zielgruppe

An der Beantwortung dieser Fragestellung beteiligten sich lediglich 32 der 58 Unternehmen (55,2%). Gegenüber der vorherigen Fragestellung zu den verfügbaren Ansichten (94,8%) ist die Resonanz damit deutlich geringer. Die Beteiligung der Mittelständischen Unternehmen (65,5% von ihnen) ist dabei gegenüber den Kleinst- (47,1%) und Kleinunternehmen (41,7%) deutlich erhöht, woraus sich ein besonderes Interesse ableiten lässt. Erhöhtes Datenaufkommen sowie komplexe und vielfältige Abläufe könnten ein Grund hierfür sein. Um identifizieren zu können, welcher Bedarf bei den befragten Unternehmen bzgl. Ansichten und Bedienmöglichkeiten besteht, wurden fünf Auswahloptionen angeboten:

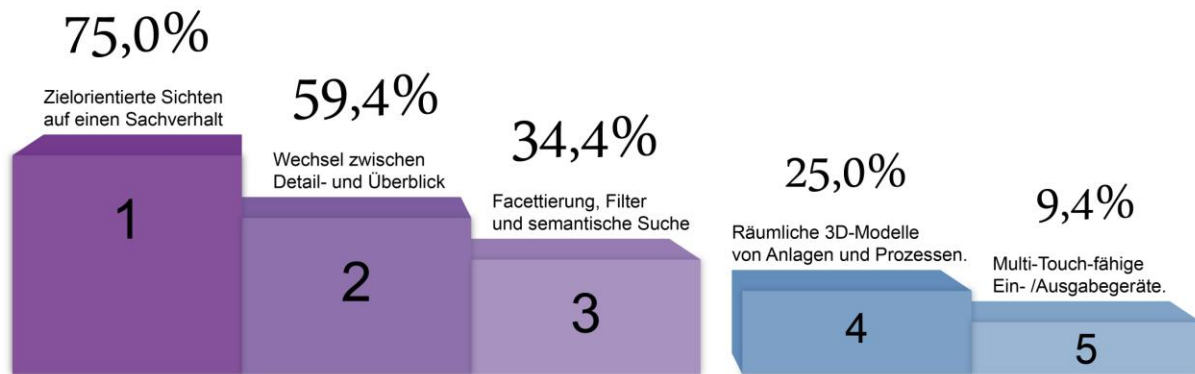
1	Zielorientierte Sichten auf einen Sachverhalt	Zustände und Situationen können aus mehreren Blickwinkeln betrachtet werden. Beispiele sind Auflistungen (Tabellen), Abläufe ((Netz-)Pläne) oder auch Verortungen (Grundrisse).
2	Wechsel zwischen Detail- und Überblick	Es ist möglich, von einer detailreichen Sicht über mehrere Stufen zu einer aggregierten Ansicht zu gelangen und umgekehrt.
3	Facettierung, Filter und semantische Suche	Die Eingabe von Wörtern oder Wortbestandteilen führt zu einer Ergebnisauflistung aus allen Bereichen der Anwendung. Mittels Aspektauswahl (Facettierung) kann weiter eingeschränkt werden.
4	3D-Modelle von Anlagen und Prozessen	Es können aktuelle oder prognostizierte Zustände und Situationen dreidimensional visualisiert werden. Beispiele sind Füllstände, (Prozess-) Dauern, Ausfallzeiten, Alarmsituationen u.v.m.
5	Multi-touch-fähige Ein-/Ausgabegeräte	Die Steuerung von Anwendungen wird durch berührungssensitive Displays unterstützt. Es ist möglich, mit mehreren Fingern oder gar beiden Händen gleichzeitig zu arbeiten.

**Tabelle 1: Mögliche Angebote aus weiteren Anwendungsbereichen zur Bedarfserfüllung**

Das größte Potential kann in den ziel- oder aufgabenorientierten Sichten gesehen werden (s. Bild 7, Nr. 1). Der breite Wunsch nach einem bedarfsgerechten Wechsel zwischen diversen Ansichten auf den gegenwärtigen Sachverhalt (75,0%) steht der geringen Verfügbarkeit von Ansichten wie Grundrissen (16,4%) oder auch Netzplänen (12,7%) signifikant gegenüber (s. Kapitel 6). Die Repräsentation von Informationen in rein textueller Form oder anhand von Diagrammen erfüllt die Bedürfnisse nach Übersicht und damit auch Einsicht nur unzureichend und scheint überholt. Ebenso deutet sich ein Bedarf nach der Variation des Detailgrades an, welcher das Spektrum von detaillierten, informationsgeladenen Ansichten bis hin zu aggregierten, entscheidungsbildenden Übersichten abdeckt. 59,4% der Teilnehmer unterstützen diese Aussage.

Weniger Zuspruch scheint das Paradigma von Facettierung, Filter und semantischer Suche zu erfahren (34,4%). Lediglich die Hälfte der Teilnehmer, die derzeit eine (vermutlich textuelle, schlagwortbasierte) Filter- oder Suchoption verwenden, wünscht sich die Erweiterung zu einer semantischen Suche und Facettierung. Für die andere Hälfte scheint das klassische Vorgehen somit ausreichend zu sein oder wird im Arbeitsalltag gar nicht verwendet. Die Unternehmen, welche keine Such- und Filtermechanismen nutzen, wünschen sich auch keine solche Funktionalität.

Nochmals deutlich geringer sind die Bedürfnisse nach dreidimensionalen Ansichten sowie Multi-touch-fähigen Endgeräten. Obwohl sich die geringe Zahl der Teilnehmer, die sich 3D-Sichten wünschen (8) gegenüber denen, die sie schon nutzen (4), verdoppelt, bleibt diese Ansichtsoption eher unbedeutend. Der Wunsch nach Multi-touch-fähigen Endgeräten ist weit abgeschlagen und mit 9,4% zu vernachlässigen.



**Bild 7: Bedürfnisse der Zielgruppe hinsichtlich der Benutzerschnittstelle**

## 8 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie konnte ein hoher Verbreitungsgrad, insbesondere von ERP-Systemen, in der Zielgruppe der produzierenden KMU in Sachsen aufgezeigt werden. Neben der Tatsache, dass APS-, aber vor allem SCM-Systeme deutlich seltener vertreten sind, wurde auch der nicht geringe - und damit nicht zu unterschätzende - Anteil an ergänzenden oder gar ersetzenden Alternativlösungen wie Microsoft Excel oder Eigenentwicklungen betrachtet. (vgl. Abschnitt 4.2) Der hohe Verbreitungsgrad im ERP-Sektor mit einem Spektrum, welches sich von einer Tabellenkalkulation in einem Kleinunternehmen bis hin zu einer kommerziellen Lösung im Mittelständischen Unternehmen erstreckt, spricht für eine erhebliche Zielgruppe.

Trotz einer „funktionalen“ Anwenderzufriedenheit von 70,0% (vgl. Abschnitt 4.4), bestehen hinsichtlich der Übersichtsgewinnung und der benutzergerechten Informationspräsentation deutliche Verbesserungspotentiale. Den verfügbaren sowie etablierten Ansichten und Interaktionsformen stehen konkret die Bedürfnisse nach zielorientierten Sichten sowie einem aufgabenangemessenen Detailgrad gegenüber (vgl. Kapitel 7). Weiterhin zeigen die - im Mittel 4 - notwendigen Anpassungen, dass es einiger Aufwände bedarf, die unternehmens-eigenen Abläufe zufriedenstellend im System abzubilden.

## 9 Fazit und Ausblick

Aus den in Kapitel 7 identifizierten Bedürfnissen sind künftige Forschungsfragen abzuleiten, die insbesondere auch die Erkenntnisse zum Einsatz mobiler Endgeräte (s. Kap. 5) sowie zu derzeit verfügbaren Ansichten (s. Kap. 6) mit einbeziehen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zu hinterfragen, inwieweit generalisierte Paradigmen (Zielorientierte Sichten, Wechsel zwischen Detail- und Überblick) von den Befragten gegenüber konkreten Methoden (Facettierung, 3D-Modell, Multi-touch Geräte) favorisiert wurden. Hier besteht die Vermutung, dass der Interpretationsspielraum für generalisierte Konzepte deutlich größer ist, sodass mehr Befragte eine unternehmensspezifische Vorstellung entwickeln konnten. Potentielle Fragestellungen für zukünftige Forschungen könnten demnach unter anderem sein:



- Welchen Beitrag können skalierbare, grafische Benutzerschnittstellen (sog. Zoomable User Interfaces) für das Bedürfnis nach Detail und Überblick leisten?
- Wie kann eine Systemunterstützung bei der Empfehlung und Auswahl einer „zielorientierten Sicht“ erfolgen?
- Wurden die Potentiale einer Facettierung und Multi-touch-fähiger Endgeräte ausreichend bewertet oder sind diese missverstanden bzw. gar unbekannt?
- In welchen Szenarien besitzen dreidimensionale Ansichten und mobile Endgeräte einen erheblichen Mehrwert und in welchen überfordern sie den Anwender?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße (bzw. der Komplexität seiner Prozesse) und der Akzeptanz neuer Interaktions- und Bedienparadigmen?

Die Studie stellte weiterhin fest, dass OpenSource-Systeme - zumindest derzeit - keine nennenswerte Größe in der sächsischen Anwendungslandschaft darstellen (vgl. Kapitel 4). Dennoch deuten einige Indizien darauf hin, dass sich insbesondere für die Unternehmen, welche Additive oder gar Alternativen wie Microsoft Excel oder gar Eigenentwicklungen verwenden, hohe Potentiale abzeichnen. Ebenso können die Unternehmen, die eine geringe Zufriedenheit mit ihrem System angaben oder denen die Einführung einer kommerziellen Lösung als zu teuer erscheint, als Teil der OpenSource-Zielgruppe angesehen werden. Aufgrund der kostenfreien Beschaffung von OpenSource-Anwendungen - und damit dem Wegfall von Lizenzgebühren - können diese Einsparungen vollumfänglich in die notwendigen Anpassungen investiert werden, woraus eine erhöhte Zufriedenheit mit dem System abgeleitet werden kann.

Während die funktionale Zufriedenheit in weiten Teilen bereits besteht, sind noch deutliche Defizite im Bereich der Benutzeroberfläche vorhanden. Als elementare Schnittstelle der Mensch-Computer-Interaktion, gilt es nun, diese den Bedürfnissen der Zielgruppe weiter anzupassen. Die bereits aufgezeigten, „intrinsischen“ Bedürfnisse (vgl. Kapitel 7) sollen anhand weiterer Gespräche mit Interviewpartnern aus der Zielgruppe konkretisiert werden. Hierzu erklärten sich 14 Teilnehmer bereit, die im Anschluss an die Studienauswertung kontaktiert werden. Dies bietet die Möglichkeit, die quantitativen Aussagen der vorgestellten Studie mit qualitativen Anmerkungen zu versehen. Als Resultat ergibt sich ein realitätsnahes Lagebild der Defizite und Potentiale sächsischer KMU bezüglich der Gebrauchstauglichkeit ihrer betriebswirtschaftlichen Anwendungen. Dies sollte die Ausgangslage künftiger, zielgerichteter und effizienter Forschung und Entwicklung sein. Bei der Identifikation von Anwendungsszenarien gilt es jedoch immer auch den Mehrwert des zu implementierenden Konzeptes hinsichtlich einer signifikanten Effizienzsteigerung gegenüber dem „etablierten“ Vorgehen zu hinterfragen.

Die vorliegende Studie beschränkte sich auf produzierende Kleinst-, Klein- und mittelständische Unternehmen im Freistaat Sachsen, sodass eine generalisierende, bundesweite Interpretation der Ergebnisse nur bedingt möglich scheint. Branchenspezifische Aussagen konnten aufgrund der mitunter zu geringen Teilnehmerzahlen aus diesen Bereichen nicht getroffen werden, sodass eine Unterscheidung vornehmlich nach Unternehmensgröße und teilweise auch der Region erfolgte. Eine letzte Restriktion besteht

in der Fokussierung auf Problemstellungen im Bereich der grafischen Benutzerschnittstelle, sodass Aspekte wie z.B. der Einführungsprozess eines solchen Systems nicht näher betrachtet wurden.

## 10 Danksagung



Diese Studie ist Teil der Landesinnovationspromotion von Dipl.-Medieninf. Christian Lambeck und wird gefördert aus Mitteln der Europäischen Union sowie dem Freistaat Sachsen.

## 11 Literatur

- [1] Bin, W. et al. (2010): Empirical research on the factor of ERP's user customer satisfaction based on triadic reciprocal determinism. Proceedings of the International Conference on Management Science and Engineering (ICMSE) 2010 (Nov. 2010), 58-66.
- [2] Coopridge, J. et al. (2010): A Collaboration Model for ERP User-System Interaction. Proceedings of the 2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences (Washington, DC, USA, 2010), 1–9.
- [3] Duncan, G (2011): "I have the Minority Report UI...", Microsoft Channel 9, Coding4Fund Kinect; <http://channel9.msdn.com/coding4fun/kinect>. Abgerufen am 22.09.2011
- [4] Groh, R. (2007): Das Interaktions-Bild: Theorie und Methodik der Interfacegestaltung. TUDpress, Dresden
- [5] Intelligent systems solutions (i2s) GmbH (2011): ERP Zufriedenheitsstudie 2011/2012, Management Summary Deutschland
- [6] Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2003): Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 124/36, 2003
- [7] Lambeck, C; Wojdziak, J; Groh, R (2011): Facet Lens – Local Exploration and Discovery in globally Faceted Data Sets. Proceedings of the DESIRE'11 Conference - Creativity and Innovation in Design, Eindhoven, 2011, 85-88.
- [8] Leyh, C (2011): Tailoring of ERP Systems. In: Léger, PM; Pellerin, R; Babin, G (Eds.), Readings on Enterprise Resource Planning (Preliminary Version). Montreal: ERsim Lab, HEC Montreal, Chapter 06.
- [9] Lima, M (2011): visual complexity, Latest Projects. <http://www.visualcomplexity.com/vc/>. Abgerufen am 18.09.2011
- [10] Mitakos, T. et al. (2011): An Auditing Approach for ERP Systems Examining Human Factors that Influence ERP User Satisfaction. Informatica Economica. Vol. 14, 78-92
- [11] Netzwerk Elektronischer Geschäftsverkehr (2008): ERP-Lösungen auf der Basis von Freier Software - Für kleine und mittlere Unternehmen und Handwerksbetriebe, Leitfaden des Regionalcentrums für Electronic Commerce Anwendungen (RECO), Osnabrück



- [12] Netzwerk Elektronischer Geschäftsverkehr (2008): Betriebswirtschaftliche Softwarelösungen für kleine und mittlere Unternehmen - 10 Lösungen für Handel, Dienstleistung, Produktion und Handwerksbetriebe, Marktstudie des Regionalcentrums für Electronic Commerce Anwendungen (RECO), Osnabrück
- [13] Plattner, H; Zeier; A (2011): In-Memory Data Management – An Inflection Point für Enterprise Applications, S. 33-40, Springer Verlag, Heidelberg
- [14] SAP Design Guild (2011): R/3 History in Screen Shots, R/3 Version 2, 2.1 released 1993, Screen 1. [http://www.sapdesignguild.org/resources/r3\\_history.asp](http://www.sapdesignguild.org/resources/r3_history.asp). Abgerufen am 20.09.2011.
- [15] Schatz, A. et al. (2011): Open Source ERP - Reasonable tools for manufacturing SMEs. Studie der Fraunhofer IPA in Kooperation mit der MTA SZTAKI (Ungarn). [http://www.ipa.fraunhofer.de/fileadmin/www.ipa.fhg.de/pdf/Studien/OpenSource-ERP\\_Study\\_2011.pdf](http://www.ipa.fraunhofer.de/fileadmin/www.ipa.fhg.de/pdf/Studien/OpenSource-ERP_Study_2011.pdf). Abgerufen am 19.12.2011.
- [16] Topi, H. et al. (2005): Identifying Usability Issues with an ERP Implementation. Proceedings of the International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), 2005, 128-133.
- [17] Trovarit AG (2011): Anwender-Zufriedenheit, ERP/Business Software, Deutschland 2010/2011 - Management Summary



# **Informationssysteme in Logistik und Verkehr**



# **Dynamische Neuplanung der Touren von Express Trucks unter Einbeziehung einer FCD-basierten Verkehrslage**

**Rüdiger Ebendt, Alexander Sohr, Louis Calvin Touko-Tcheumadjeu, Peter Wagner**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Verkehrssystemtechnik,  
12489 Berlin, Rutherfordstr. 2

E-Mail: {Ruediger.Ebendt|Alexander.Sohr|Louis.ToukoTcheumadjeu|Peter.Wagner}@dlr.de

## **Abstract**

In den letzten zehn Jahren wurden im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) eine Reihe von prototypischen ITS-Diensten entwickelt, die auf „Floating Car Data“ (FCD) basieren. Eine Schlüsselanwendung ist dabei ein FCD-basiertes System zur Verkehrslenkung und Routenüberwachung. Dieses System wurde im BMWi-Förderprojekt „SmartTruck“ erweitert. Ein wichtiges Ziel dieses Projektes war die Verwendung von historischen und aktuellen Verkehrsinformationen für die energiesparende, optimierte offline-Planung und anschließende dynamische online-Neuplanung der Stoppreihenfolgen von Touren der DHL Express Trucks in Berlin. Diese Arbeit diskutiert die Architektur und eine wesentliche Neuerung des hierbei verwendeten FCD-Systems, eine Datenbank mit Performanzprofilen von Methoden zur Bearbeitung von Routenanfragen.

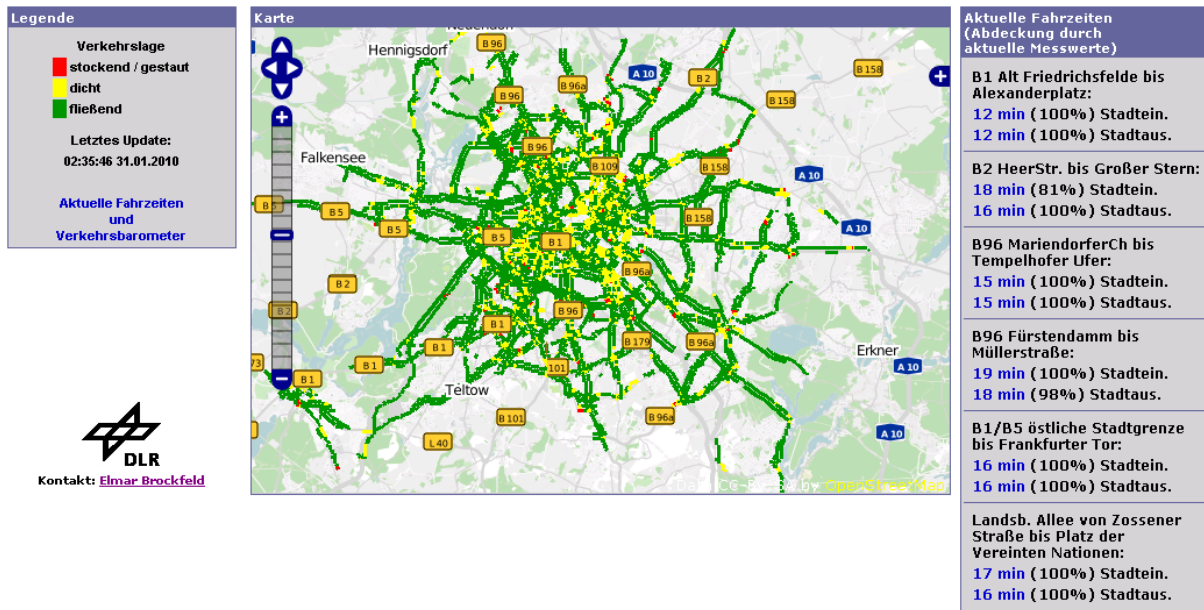
## **1 Einleitung**

In den letzten Jahren haben Mobilitätsdienste an Bedeutung gewonnen, die auf sogenannten Floating Car Data (FCD)-Flotten basieren. Diese bilden eine Alternative zur lokalen Verkehrslagedetektion mit Induktionsschleifen, Infrarotsensoren und Videokameras. Das Prinzip besteht aus der Erfassung von im Verkehr „mitschwimmender“ Fahrzeuge (Floating Cars). Dies geschieht durch die Übermittlung von Positionsmeldungen dieser Meldefahrzeuge an eine datenverarbeitende Zentrale. Die Positionen werden durch in den Fahrzeugen installierte GPS-Empfänger gewonnen. Der wesentliche Vorteil von FCD ist es, dass diese Daten für die Messung von Reisezeiten verwendet werden können. Diese sind eine begehrte Ressource für Telematik-, Logistik- und Routing-Anwendungen. Reisezeiten sind mit den vorgenannten konventionellen Methoden praktisch nicht erfassbar. FCD dagegen messen fortwährend und flächendeckend die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit entlang vieler Streckenabschnitte.

Seit einem Jahrzehnt werden vom DLR FCD-Taxiflotten in mehreren europäischen Städten betrieben. Der Vorteil der Taxi-FCD-Technologie besteht in geringen Realisierungs- und Betriebskosten, da Taxis in der Regel bereits mit Digitalfunk und GPS ausgestattet sind. Zu den auf FCD basierenden Mobilitätsdiensten gehören neben der Verkehrslagedarstellung (siehe Bild 1) auch die auf Tagesganglinien basierende Verkehrsprognose, verkehrsabhängige LSA-Steuerungen und Rückstaulängenschätzung.

## Verkehrslage von Berlin

basierend auf Taxi-FCD



**Bild 1: FCD-basierte Verkehrslage von Berlin (DLR)**

Eine Kernapplikation des DLR ist ein Dienst zur Routenüberwachung, der auf historischen und aktuellen Reisezeiten für städtische Straßensegmente beruht, wie sie aus FCD gewonnen werden. Dieser Dienst wurde bis 2009 im Rahmen des BMWi-Förderprojektes „SmartTruck“ erweitert. Das Projekt „SmartTruck“ wurde von einem Konsortium realisiert, das aus DHL, einem Key-Player der Logistikindustrie, dem DLR und dem Deutschen Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI) bestand. Ein wichtiges Ziel des Projektes war die Nutzung von historischen und aktuellen Verkehrsdaten für die energie-sparende, optimierte offline-Planung und anschließende dynamische online-Neuplanung der Stoppreihenfolgen von Touren der DHL Express Trucks in Berlin.

Die klassische Transportplanung nach dem bisherigen Stand der Technik geht von einer optimalen Verkehrslage aus oder versucht diese (zum Teil nur unzulänglich) statisch durch in der Vergangenheit gewonnene Erfahrungswerte in der Transportplanung abzubilden. In der Realität bewegt sich aber die Fahrzeugflotte eines Transportunternehmens nicht durch einen störungsfreien Raum, vielmehr muss mit Verkehrsstörungen wie Staus, Baustellen und Unfällen gerechnet werden. Darüber hinaus können angekündigte Störungen wie Sperrungen von bestimmten Straßenabschnitten aufgrund von Großereignissen schon im Voraus mittelfristig bekannt sein.

Auf solche Störungen kann nach bisherigem Stand der Technik nicht oder nur unzureichend, keinesfalls jedoch präventiv reagiert werden. Ziel des Projektes „SmartTruck“ war es

deshalb, die Möglichkeiten einer effizienten Transportsteuerung mit zielgerichteten Eingriffen im Sinne einer Tourenplanung, die auf Verkehrsstörungen dynamisch reagiert, zu untersuchen. Voraussetzung hierfür ist ein ständiges Monitoring der (innerstädtischen) Verkehrslage.

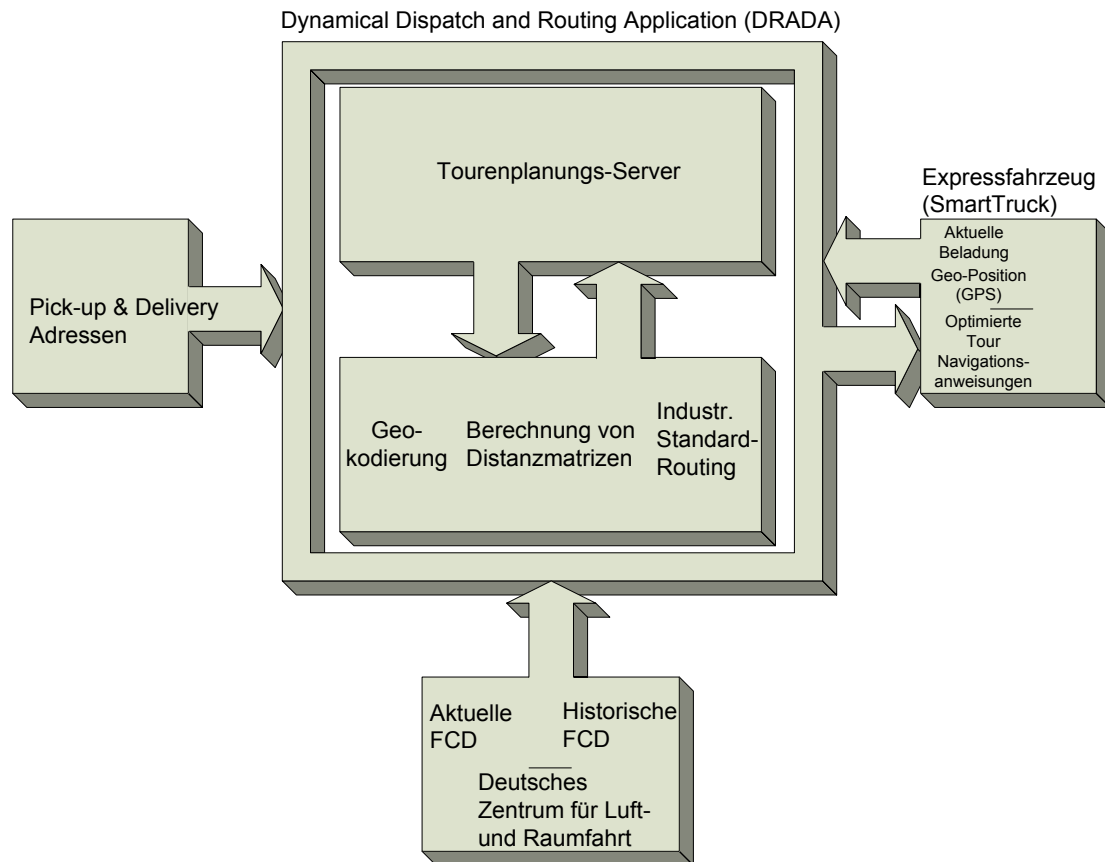
Diese Arbeit gliedert sich wie folgt: In Abschnitt 2 wird eine kurze Übersicht über die Prozesse gegeben, die der bearbeiteten logistischen Fragestellung zugrunde liegen. Außerdem wird die Architektur des realisierten SmartTruck-Systems beschrieben. In Abschnitt 3 werden zunächst die Probleme beschrieben, die bei der Referenzierung der getrackten Positionsmeldungen von Fahrzeugen längs der Straßensegmente der digitalen Karte auftreten (also die beim sogenannten „Map-Matching“ auftretenden Probleme). Dann wird näher auf den im Taxi-FCD-System des DLR verfolgten routingbasierten Ansatz für das „Map-Matching“ eingegangen. Im Rahmen des Projektes „SmartTruck“ wurde ein neuartiger Ansatz zur Effizienzsteigerung bei der Bearbeitung der beim Map-Matching anfallenden Routing-Anfragen entwickelt. Dieser Ansatz ist Gegenstand der weiteren Ausführungen in Abschnitt 3. Der letzte Abschnitt schließt mit einer kurzen Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse.

## 2 Prozesse und Systemarchitektur

Der Ausgangspunkt für den Transportplanungsprozess ist der Download der Abhol- und Lieferdaten für den aktuellen Tag. Die nächsten Schritte werden von Software-Komponenten durchgeführt, die von DHL Technologie-Partnern zur Verfügung gestellt werden: Dazu gehören die Geokodierung von Lieferadressen, die Übertragung der Geo-Positionen an die Routing-Server, und die Berechnung der Fahrzeiten zwischen etwa 3000 Adressen in Berlin. Dies wird durch Verwendung unterschiedlicher Fahrzeit-Matrizen für die jeweiligen Tageszeiten (und der damit erreichten Unterscheidung zwischen Haupt- und Schwachverkehrszeiten) erreicht. Die Basis für die Berechnung der Fahrzeiten sind historische Reisezeiten, die für jedes Straßensegment im DLR berechnet und in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Die Fahrzeiten werden dann an die Planungs-Server der DHL Technologie-Partner für Abhol- und Lieferrouten übergeben. Sie dienen als Grundlage für den Optimierungsprozess, der in einer Zuordnung der Adressen an die Fahrzeuge innerhalb optimierter Stopp-Sequenzen resultiert.

Im Gegensatz zu bisherigen Planungsansätzen ist das System in der Lage die aktuelle Verkehrslage zu berücksichtigen. Dynamische Neuplanung passt den ursprünglichen Zeitplan an, um Strecken, die von Verkehrsstaus und identifizierten Baustellen betroffen sind, zu vermeiden. Die Neuplanung wird bei signifikanten Veränderungen der Verkehrslage eingeleitet: Im DLR laufen kontinuierlich Positionsmeldungen von über 4.000 Taxis in Berlin ein. Daraus werden aktuelle Reisezeiten für jedes Straßensegment berechnet und dem Traffic-Server gemeldet: Immer, wenn eine erhebliche Diskrepanz zu den jeweiligen historischen Reisezeiten (die bereits vorher vom DLR auf den Server übertragen wurden) erkannt wird, meldet der Traffic-Server dies dem Routenplanungs-Server. Gegebenenfalls initiiert dann der Routenplanungs-Server die Neuberechnung der Fahrzeit-Matrizen. In diesem Fall basiert die Neuberechnung auf den aktuellen Reisezeiten, wie sie gerade berichtet wurden, d.h. die aktuellen Reisezeiten überschreiben die historischen Reisezeiten. Bild 2 zeigt einen Überblick über die Architektur des SmartTruck Systems mit der skizzierten

dynamischen Tourenplanung und der „Dynamic Routing and Dispatch Application“ (DRADA) als Kern.



**Bild 2:** Architektur des SmartTruck-Systems

### 3 Map-Matching und Routing

Das „Map-Matching“-Problem besteht darin, den Zusammenhang zwischen Fahrzeug-Tracking-Daten (d.h. Trajektorien, also Sequenzen von Positionen mit Zeitstempeln) und dem Straßennetz herzustellen. Dabei können sowohl Stichprobenfehler als auch Messfehler auftreten. Das Problem des Stichprobenfehlers wird durch unbekannte Zwischensegmente, die während der Fahrt eines Messfahrzeugs zwischen zwei Positionsmeldungen passiert wurden, verursacht. Zu seiner Behandlung benutzt der hier beschriebene Ansatz einen Routing-Algorithmus. Dadurch wird auch sichergestellt, dass die berechnete Fahrzeugroute sich im Einklang mit topologischen und anderen Randbedingungen befindet, wie sie durch die Vernetzung der Straßenabschnitte gegeben sind. Zum Beispiel kann eine solche Route nicht plötzlich von einer Autobahn zu einer Ortsstraße führen, es sei denn, es bestünde eine geeignete Verbindung zwischen den beiden Netzsegmenten (in Form einer Ausfahrt), und es könnte aus diesem Grund eine entsprechende Route gefunden werden.

Der hier beschriebene Ansatz verbindet eine inkrementelle Vorwärtsstrategie mit einer globalen Rückwärtsstrategie. Zuerst wird in Fahrtrichtung eine inkrementelle Strategie angewendet, die Position um Position, und Kante um Kante bearbeitet: Eine Trajektorie wird durch eine (geordnete) Folge von Fahrten zwischen jeweils zwei Meldepositionen (Start- und Zielposition) beschrieben. Nun werden Lote auf alle Segmente, die innerhalb



einer bestimmten Entfernung (dem „Matching-Radius“) zur Startposition eines aktuell bearbeiteten Paares von Positionsmeldungen liegen, gefällt. Die Segmente innerhalb des Matching-Radius<sup>1</sup> bezeichnen wir im Folgenden als Kandidatensegmente. Jedes Kandidatensegment wird am Lotfußpunkt in zwei Hilfssegmente aufgeteilt, wobei am Lotfußpunkt ein zusätzlicher Hilfsknoten eingerichtet wird. Jeder zusätzlich eingerichtete Hilfsknoten dient als Anfangs- bzw. Endpunkt des ausgehenden und des eingehenden Hilfssegmentes. Er dient außerdem als möglicher Startpunkt einer Zwischenroute für die Fahrt zwischen den zwei gemeldeten Positionen (d.h. jeder solcher Hilfsknoten ist ein potentieller „Startknoten“). Dann wird das gleiche für die zweite gemeldete Position getan. Die hieraus resultierenden zusätzlichen Hilfsknoten sind potentielle Endpunkte der gesuchten Zwischenroute (d.h. jeder solche Hilfsknoten ist ein potentieller „Endknoten“).

Dann wird für die beiden Mengen der potentiellen Start- und Endknoten eine „Multi-Source“-Variante des Dijkstra-Algorithmus<sup>2</sup> [2] verwendet, um für die aktuell betrachtete Fahrt zwischen zwei Meldungen eine Reihe von potentiellen Routen zu bestimmen. Die Zielsetzung hierbei ist es, eine beste (oder kürzeste) Route von einem Knoten der ersten Menge zu einem Knoten der zweiten Menge zu finden.

Zu beachten ist, dass es sich dabei nicht um eine Verallgemeinerung des „Single Pair Shortest Path“ (SPSP)-Problems handelt. Das beschriebene Problem kann nämlich wieder zu einem SPSP-Problem reduziert werden<sup>1</sup>. Die Klasse der SPSP-Probleme wird offenbar von der Klasse der „Single Source Shortest Path“ (SSSP)-Probleme subsumiert, und daher kann das vorliegende Problem nach nur leichter Modifikation von jedem der für die Lösung des SSSP-Problems zur Verfügung stehenden Verfahren gelöst werden.

Daher wird nacheinander eine schnelle Methode zur Lösung des SSSP-Problems für die aufeinanderfolgenden Fahrten zwischen jeweils zwei Meldepositionen aufgerufen: Die Zielposition der vorherigen Fahrt wird die Startposition des nächsten Durchgangs, und die Endknoten werden die Startknoten des nächsten Durchgangs. Die bereits ermittelte beste Route hin zu diesen Knoten wurde im vorherigen Durchgang gespeichert. Die Kosten dieser Route werden an den nächsten Durchgang weitergeleitet, indem sie als Anfangskosten an den neuen Startknoten annotiert werden. Dadurch ist gewährleistet, dass der Routing-Prozess insgesamt eine Suche nach einem kostenminimalen Pfad für die gesamte Trajektorie verfolgt.

Dieser kostenminimale Pfad wird in einer zweiten Phase des Verfahrens bestimmt. Dabei wird eine globale Strategie umgesetzt, die mögliche Routen für die aufeinanderfolgenden Fahrten zwischen jeweils zwei Meldepositionen rückwärts zu einer global optimalen Route für die gesamte Trajektorie zusammensetzt. Statt einer „Look-Ahead“-Strategie fester Tiefe oder eines in der Anzahl der Schritte begrenzten Backtrackings, um die Qualität der verschiedenen möglichen Pfade auszuwerten (siehe z. B. [8]), minimiert die Methode über

---

<sup>1</sup>Um dies einzusehen, nehmen wir an, dass zwei neue Knoten  $s$ ,  $t$  zum Graphen hinzugefügt werden, wobei  $s$  Vorgängerknoten von allen Knoten der ersten Menge ist, und  $t$  Nachfolgerknoten aller Knoten der zweiten Menge. Die hierbei neu eingefügten Kanten erhalten Kosten (bzw. eine Länge) von 0. Wenn wir nun diesen erweiterten Graphen betrachten, kann aus jedem besten (kürzesten) Weg von  $s$  nach  $t$  leicht ein bester (kürzester) Weg von einem Knoten der ersten Menge zu einem Knoten der zweiten Menge im ursprünglichen Graphen gewonnen werden (und damit wird bereits das ursprüngliche Problem gelöst).

alle möglichen Pfade im Straßennetz, die mit einer gegebenen Trajektorie übereinstimmen. Nach Konstruktion genügt es dabei, einfach die kostenminimalen Pfade rückwärts zu verketten: Beginnend beim am besten bewerteten Endknoten der letzten Fahrtroute, wird die Rückwärtsverkettung iteriert, bis sie an einem der potentiellen Startknoten der ersten Route zwischen den beiden ersten Meldepositionen der Trajektorie endet.

Zur Behandlung des Problems von Messfehlern können verschiedene Qualitäts- und Fehlermaße in die Kostenfunktion mit aufgenommen werden (z. B. die schwache Fréchet-Distanz, s. [1]). Um den Stichprobenfehler zu behandeln, zielt die Kostenfunktion auch auf kürzeste oder schnellste Wege zwischen den Positionsmeldungen ab. Der Routing-Algorithmus nutzt auch historische Reisegeschwindigkeiten, die offline durch Map-Matching von historischen Tracking-Daten gewonnen wurden. Beim online Map-Matching entwickelt sich die Trajektorie erst nach und nach in Echtzeit und ist nicht sofort verfügbar. Daher wird eine kleine Anzahl  $k$  von kürzlich eingetroffenen Positionsmeldungen und die entsprechenden, noch unbestätigten „Matches“ (also Zuordnungen zu Positionen auf Segmenten des Straßennetzes) in einem Puffer vorgehalten. Sie können verwendet werden, um zu entscheiden, ob ein früherer „Match“ basierend auf den neu angekommenen Positionsmeldungen verändert werden sollte.

Dadurch können vorläufig auf die Karte referenzierte Tracking-Daten bereits an andere Teile der FCD-Verarbeitungskette weitergeleitet werden, bevor die Trajektorie vollständig vorliegt, und die entstehende Verzögerung beträgt nur  $k$  der jeweils für einen Verarbeitungsschritt nötigen Zeitintervalle. Bei online-Anwendungen, bei denen ein erstes Ergebnis schnell vorliegen soll und dessen Qualität auch nachträglich noch verbessert werden kann, kann die Verwendung auch ohne jede Verzögerung erfolgen.

Zudem werden alle Daten (inklusive der berechneten Ergebnisse) im Hinblick auf verrauschte GPS-Signale und unplausible Werte in den Datenquellen gefiltert. Dies beinhaltet den Ausschluss von nicht-repräsentativen Daten. Diese treten auf, wenn Taxis spezielle Busspuren benutzen dürfen oder wenn die Taxis Passagiere aufnehmen oder absetzen (siehe auch [8]).

### 3.1 Dispatcher-Komponente

Aufgrund der Echtzeit-Bedingungen, die eine Verkehrslagedarstellung und die damit verbundenen Mobilitätsdienste erfüllen müssen, muss das Map-Matching online erfolgen.

Damit muss der verwendete Ansatz zur Lösung des SSSP-Problems so performant wie möglich sein. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund eines FCD-Servers, der große Mengen an eingehenden Positionsdaten in kurzer Zeit prozessieren muss.

Das DLR startete in Berlin mit mehreren hundert Taxis und hat dieses erste Berliner System mittlerweile zu einer großen Flotte von mehr als 4.000 Taxis ausgebaut.

Schnelle Methoden zur Lösung des SSSP-Problems können neben der Performanzsteigerung bei online-Anwendungen auch zum offline-Fall beitragen: In einem Zeitraum von mehreren Jahren wurden im DLR mehr als eine Milliarde Positionen von Taxi-Flotten gesammelt. Angesichts dieser Datenmengen können auch die Laufzeiten von offline-Prozessierungen dieser historischen Daten durch performantere Methoden zur Lösung des SSSP deutlich gesenkt werden.

Der Ansatz, der im Rahmen des Projektes „SmartTruck“ entwickelt wurde, integriert mehrere Varianten von Dijkstra [2] bzw. A\* [4] in einem Algorithmus. Eine Kernkomponente schätzt hier zunächst ab, wie „schwer“ es sein wird, eine gegebene Routenanfrage zu beantworten. Dann wird die eingehende neue Position an diejenige Variante überreicht, die aufgrund früherer Erfahrungen am besten geeignet erscheint.

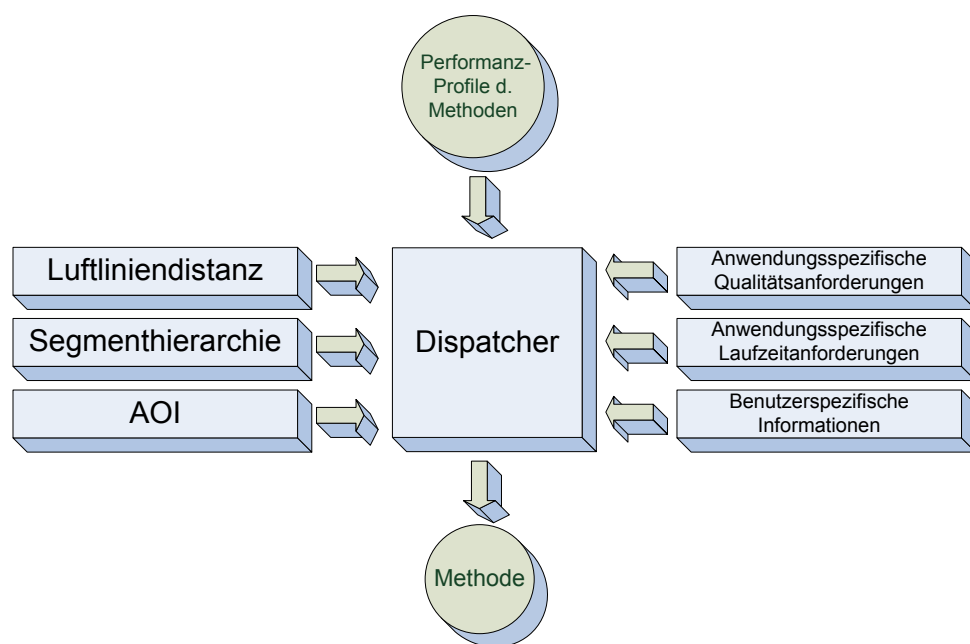
- Dies ist oft die Methode mit der kleinsten erwarteten Laufzeit. Dabei wird der folgende Umstand ausgenutzt: Es gibt Methoden, die einerseits sehr performant arbeiten wenn Anfragen für längere Distanzen verarbeitet werden müssen (z.B. eine Anfrage, die vom Benutzer eines webbasierten Routenplanungsservice stammt), die aber andererseits nur mäßig bis schlecht für kürzere Entfernungen geeignet sind (der Grund hierfür ist ein hoher initialer Overhead dieser Methoden). Für andere Methoden wiederum ist es genau umgekehrt.
- Andernfalls wird eine Methode gewählt, die zu der aktuellen Anforderung an die Qualität der Lösung passt. Beispielsweise kann es für eine online-Applikation vorteilhaft sein, eine erste Antwort schnell zu liefern – auch wenn dies zunächst mit nur moderater Qualität geschieht. Dies gilt insbesondere dann, wenn es möglich ist, diese erste Antwort später zu verbessern. Im Gegensatz hierzu haben offline-Anwendungen normalerweise keine solchen strikten Echtzeitanforderungen. Hier gibt es also keine starken Gründe, die Qualität z.B. während der offline-Evaluation von Verkehrsdaten zu reduzieren.

Die Ergebnisse von im Folgenden noch näher beschriebenen Experimenten resultierten in einer Datenbank mit Performanzprofilen. Diese Datenbank enthält beispielsweise Informationen darüber, welche Variante von Dijkstra oder A\* bei welchem Luftlinienabstand zweier aufeinanderfolgenden Positionsmeldungen die beste Performanz aufweist. Wenn der Dispatcher nun auf eine bestimmte solche Luftliniendistanz trifft, wählt er die entsprechende Methode aus, um das aktuelle Routing-Problem zu lösen. Da auch die anderen Kriterien des Dispatchers von ähnlicher Einfachheit sind, ist der entstehende zusätzliche Overhead durch diese Dispatcher-Entscheidungen vernachlässigbar.

Der Dispatcher berücksichtigt außerdem den erforderlichen Grad der Qualität der Lösung. Wenn z.B. die Luftliniendistanzen aufgrund einer hohen Meldefrequenz klein sind, haben die Meldefahrzeuge in der Regel bei der Fahrt von Start- zu Zielposition keine oder nur wenige Straßensegmente überfahren. In diesem Fall wird der Dispatcher die verfügbaren approximativen A\*-Varianten [5][7][10] bevorzugen, da sie die benötigte Route sehr schnell liefern und dies in den meisten Fällen mit keinem bzw. mit einem nur sehr geringen Verlust an Qualität einhergeht.

Insgesamt ergeben sich die folgenden verwendeten Kriterien:

- Luftliniendistanz (aufeinanderfolgender Positionsmeldungen)
- Segmenthierarchie (z.B. befinden sich Startpunkt und Endpunkt auf oder in unmittelbarer Nähe einer Stadtautobahn)
- AOI („Area of Interest“, also: Befinden sich Start und Ziel innerhalb einer bestimmten „Bounding Box“, die ein bestimmtes Gebiet einer Stadt beschreibt (der „AOI“), für welches frühere Erfahrungen bereits gesonderte Performanzprofile lieferten)
- Anwendungsspezifische Qualitätsanforderungen
- Anwendungsspezifische Laufzeitanforderungen
- Benutzerspezifische Informationen

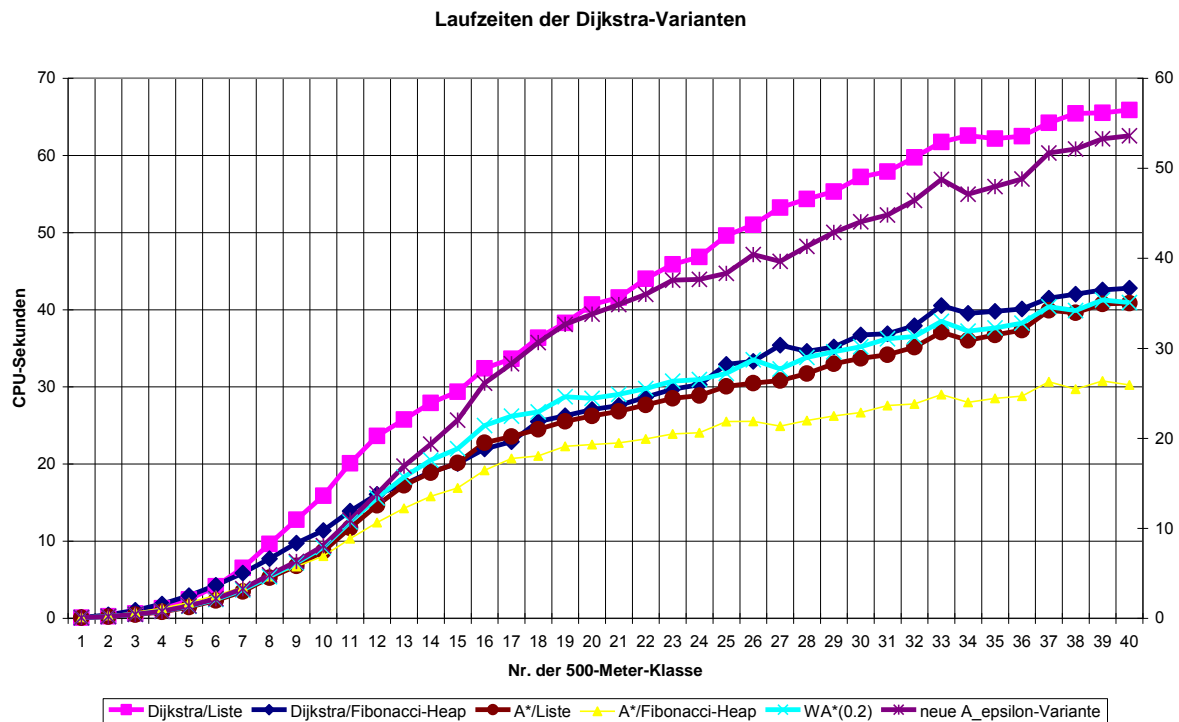


**Bild 5: Funktionsweise der Dispatcher-Komponente**

Die Länge der durchschnittlichen Luftliniendistanz hängt von der Meldefrequenz ab. Diese Frequenzen können dabei unter Umständen je nach betrachteter Stadt und Flotte erheblich variieren: Z. B. bekam das System zu Projektbeginn für die DHL Express-Trucks in Berlin (sowie für bestimmte Taxi-Flotten in Hamburg) durchschnittlich etwa alle 30 Sekunden eine Positionsmeldung, während es bei der damaligen Berliner Taxi-Flotte nur etwa eine Positionsmeldung alle zwei Minuten war.

Der Dispatcher beschleunigt den Routing-Prozess, ohne dass dies mit einem merklichen Verlust in der Qualität der Referenzierung verbunden wäre: Für die Hamburger Taxi-Flotte, hat die Methode mit dem größten durchschnittlichen Qualitätsverlust (eine neuartige Integration von Pohl's gewichtetem  $A^*$  [7] in den Algorithmus  $A_e$  von Ghallab und Allard [10]), einen durchschnittlichen Qualitätsverlust von weniger als vier Promille. Die verfügbaren Varianten unterscheiden sich im verwendeten Basis-Algorithmus (Dijkstra-Algorithmus [2],  $A^*$  [4], gewichtetes  $A^*$  [7] oder die erwähnte neue Methode) oder in der Umsetzung der

Prioritätswarteschlange für sogenannte „offene“, d.h. noch unbearbeitete Knoten. Letztere kann mit verketteten Listen oder auf Basis eines Fibonacci-Heaps realisiert werden [3].

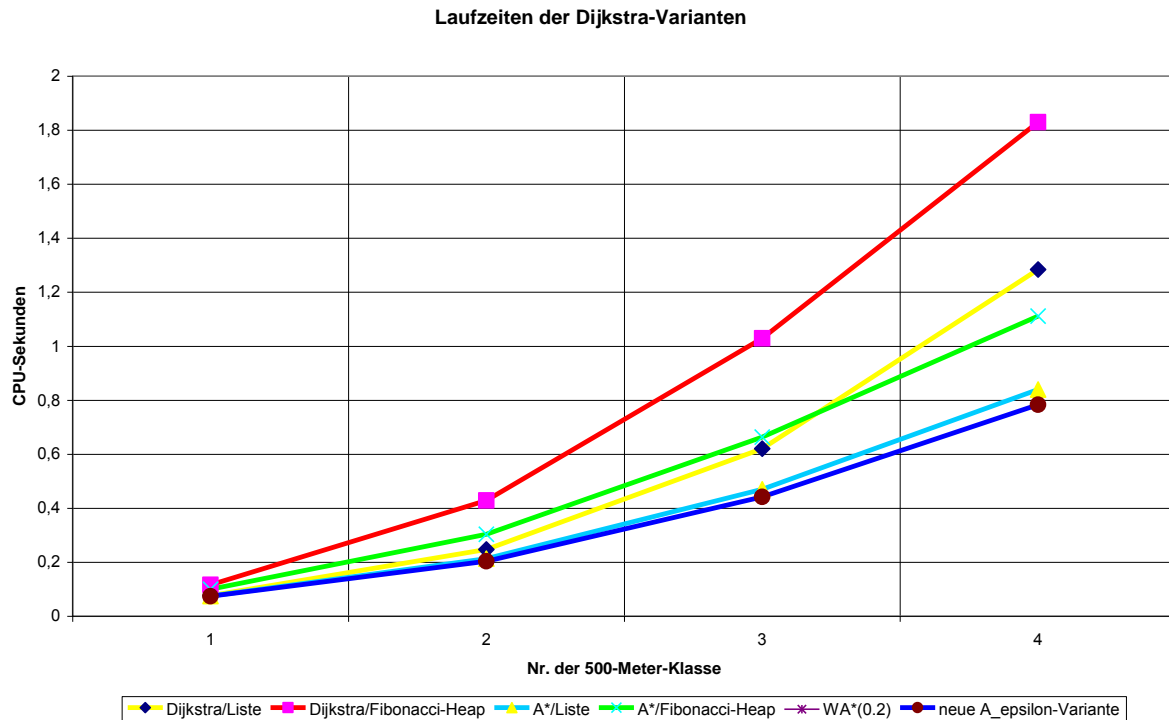


**Bild 3: Laufzeiten der Dijkstra-Varianten**

Bild 3 zeigt die durchschnittliche Laufzeit<sup>2</sup> der jeweiligen Dijkstra-Varianten, die auf zufällig generierten Quelle-Ziel-Paaren verschiedener Distanzen in Hamburg angewendet wurden. Die Paare wurden bezüglich ihrer Luftliniendistanz in Klassen eingeteilt. Dabei wurde eine neue Klasse für jeden neuen 500-Meter-Schritt eingerichtet, und zwar derart, dass 10.000 Paare in jeder Klasse von 0 bis 20 km enthalten waren. Betrachtet man die längsten Distanzen, übertrifft die Performanz der Varianten mit Implementierungen der Prioritätswarteschlange, die auf einem Fibonacci-Heap basieren, die derjenigen Verfahren mit entsprechenden listenbasierten Implementierungen. Weiterhin übertrifft die Performanz des A\*-Verfahrens deutlich die des Dijkstra-Verfahrens. Gewichtetes A\* (bei Anwendung eines Gewichts von  $\varepsilon = 1,2$ ) ist trotz seiner listenbasierten Implementierung der Prioritätswarteschlange sehr schnell, und listenbasiertes A<sub>ε</sub>, ist, obschon es schneller als listenbasiertes Dijkstra ist, nicht schneller als die anderen Varianten. Insgesamt ergibt sich gerade das erwartete Verhalten, und so gesehen können die Ergebnisse für die längeren Distanzen kaum überraschen.

Der Nutzen der listenbasierten Methoden zeigt sich erst beim Blick auf die *kürzeren* Strecken. Wie Bild 4 für Entfernungen von 0 bis 2 km zeigt, sind die listenbasierten Verfahren deutlich schneller, da der Fibonacci-Heap bei der Initialisierungsphase hohe Overhead-Kosten aufweist. Die modifizierte Variante von A<sub>ε</sub> hat in etwa dieselbe Performanz wie gewichtetes A\*.

<sup>2</sup> Die Experimente wurden auf einer Maschine mit einem Intel® Core™2 Duo CPU, betrieben bei 2,4 GHz ausgeführt.



**Bild 4:** Laufzeiten von mehreren Dijkstra-Varianten für kleinere Distanzen

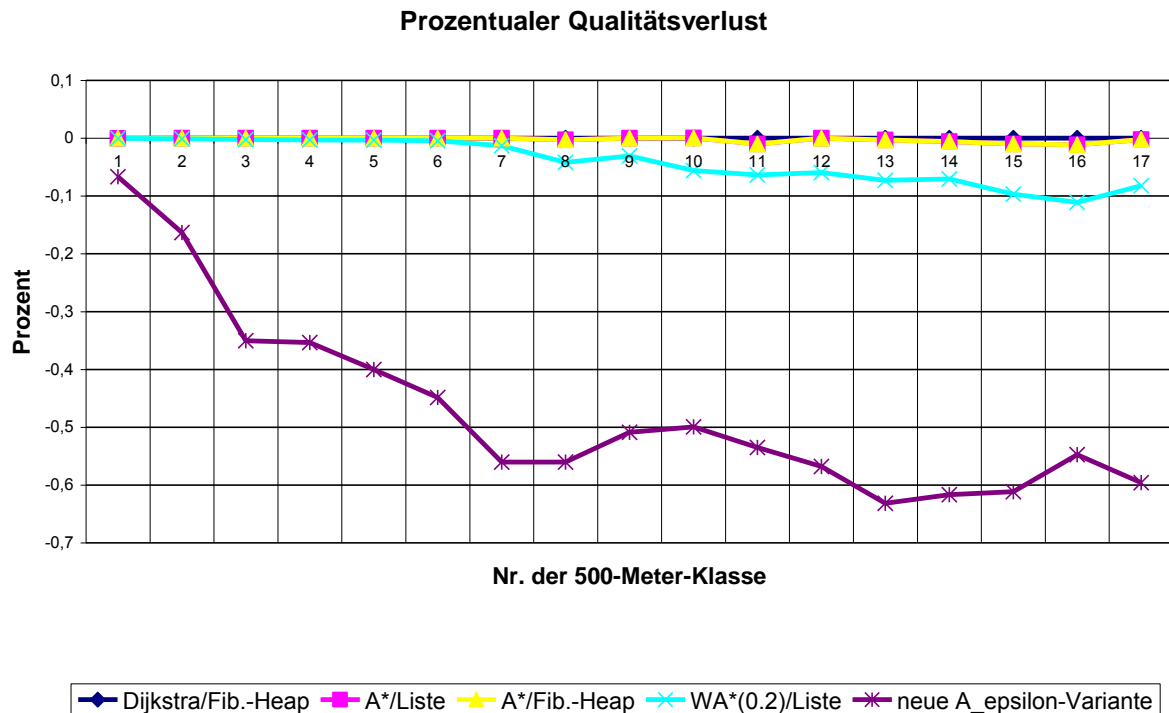
$A_\varepsilon$  führt eine Tiefensuche durch, solange gewährleistet ist, dass die resultierenden Kosten der Lösung um nicht mehr als einen Faktor  $1+\varepsilon$  von den Kosten der Minimallösung abweichen ( $\varepsilon$  wurde in den Experimenten auf 0,2 gesetzt). Diese Strategie hat sich für die Arbeit mit kurzen Distanzen als die effektivste Variante erwiesen.

Der Trend, der sich in diesem Experiment mit rein synthetischen Quelle-Ziel-Paaren gezeigt hat, konnte auch in der Realität beobachtet werden: Bedingt durch die unterschiedlichen Meldefrequenzen in Berlin und Hamburg, war im Projekt „SmartTruck“  $A^*$  als Variante mit einem Fibonacci-Heap (wobei Pohl's gewichtete Variante verwendet wurde, sobald der geringe Qualitätsverlust zu vernachlässigen ist) das Verfahren, das in Berlin am häufigsten aufgerufen wurde, während in Hamburg die modifizierte  $A_\varepsilon$ -Methode selbst gewichtetes  $A^*$  an Performanz übertraf und die kleinsten Laufzeiten lieferte. In Berlin reduziert die beschriebene Dispatcher-Strategie die Laufzeit der innerhalb des Map-Matchers aufgerufenen Routing-Anfragen um ca. 30%.

### 3.2 Qualität der mit dem Dispatcher-Ansatz berechneten Routen

Bild 2 zeigt exemplarisch, wie sich der prozentuale Qualitätsverlust für die Verfahren Dijkstra,  $A^*$  und für ausgewählte Varianten derselben mit steigendem Luftlinienabstand entwickelt (aus Platzgründen kann nicht jedes Dispatcherkriterium und nicht jedes der Verfahren im Methodenpool des DLR hier behandelt werden).

Der Qualitätsverlust von gewichtetem  $A^*$  (mit  $\varepsilon=0,2$ ) bleibt auch für die längeren Distanzen unterhalb von 0,1%. Damit liefert die Methode in der Praxis weitaus bessere Resultate als durch die Theorie der  $\varepsilon$ -Zulässigkeit garantiert wird. Auch für andere Problemfelder sind ähnlich positive Erfahrungen berichtet wurden (s. [5]).



**Bild 5: Prozentualer Qualitätsverlust für ausgewählte Dijkstra-Varianten**

Da die heuristische Funktion, wie sie innerhalb des exakten A\*-Verfahrens verwendet wird, bestimmten Pragmatismen unterliegt<sup>3</sup>, können die so berechneten Routen eine sehr geringe Abweichung von der jeweils optimalen Route aufweisen – diese Abweichung ist jedoch für die Praxis vernachlässigbar. Die Integration von gewichtetem A\* in A<sub>ε</sub> ist diejenige Methode, die mit dem größten Qualitätsverlust behaftet ist. Allerdings bleibt selbst bei dieser Methode der Qualitätsverlust unterhalb von 0,5%, und dies auch bei den niedrigsten Meldefrequenzen innerhalb der Taxi-Flotten des DLR bzw. bei den daraus resultierenden Luftlinienabständen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Meldepositionen.

Außerdem wählt der Dispatcher die A<sub>ε</sub>-Modifikation bevorzugt bei hohen Meldefrequenzen: Diese Methode ist vor allem für Routing-Probleme über kürzere Distanzen vorteilhaft, da es sich um eine schnelle, an Tiefensuche orientierte Variante von A\* handelt. Hier resultiert die Verwendung der neuen A<sub>ε</sub>-Modifikation in Laufzeitreduktionen von 5 bis 10%, während mit der herkömmlichen A\*-Methode [6] keine klare Verbesserung erzielt werden konnte.

Insgesamt ergeben sich so die bereits erwähnten ca. 30% durchschnittliche Laufzeitreduktionen für die DLR-Flotten mit niedrigeren Meldefrequenzen, während für Flotten mit höheren Meldefrequenzen immer noch Beschleunigungen von 5 bis 10% erzielt werden können. Dies ist möglich ohne dass der damit einhergehende Verlust der Qualität der berechneten Routen einige wenige Promille übersteigt.

<sup>3</sup> Als heuristische Funktion wird die Reisezeit verwendet, die aus der bei einer angenommenen maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit zurückgelegten Luftliniendistanz resultieren würde. Eine konservative Strategie würde diese Maximalgeschwindigkeit so hoch ansetzen, dass die Zulässigkeit der heuristischen Funktion sichergestellt ist. Hier wird allerdings eine etwas aggressivere Strategie verwendet, da dies die Effektivität der heuristischen Funktion signifikant verbessert.

## 4 Schlussfolgerung

In dieser Arbeit wurden die Architektur und grundlegende Methoden eines Systems zur Transportplanung einer Flotte von Express Trucks beschrieben. Das System wird durch Floating Car Data (FCD) von Taxis und Trucks mit Echtzeit-Verkehrsinformationen versorgt. Die daraus abgeleiteten historischen und aktuellen Reisezeiten für Straßensegmente ermöglichen dem System, Störungen zu erkennen und auf die veränderte Verkehrssituation durch die Berechnung einer optimierten, energiesparenden Alternativroute zu reagieren. Eine neuartige „Dispatcher-Komponente“ ermittelt mit Hilfe einer Datenbank von Performanzprofilen zu jeder während des „Map-Matchings“ auftretenden Routenanfrage die jeweils geeignetste Methode. Dies führte zu durchschnittlichen Performanzsteigerungen von 5 bis 30%.

## 5 Literatur

- [1] Alt, H; Efrat, A; Rote, G; Wenk, C (2003): Matching planar maps. *Journal of Algorithms* 49, 262-283.
- [2] Dijkstra, EW (1959): A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik* 1, 269-271.
- [3] Fredman, ML; Tarjan, RE (1987): Fibonacci heaps and their uses in improved network optimization algorithms. *Journal of the ACM* 34, 596-615.
- [4] Hart, P; Nilsson, N; Raphael, B (1968): A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Trans. Syst. Sci. Cybern.* 2, 100-107.
- [5] Korf, RE (1993): Linear-space best-first search. *Artificial Intelligence* 62(1), 41-78.
- [6] Pearl, J; Kim, J (1982): Studies in semi-admissible heuristics. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-4*(4), 392-399.
- [7] Pohl, I (1970): Heuristic search viewed as path finding in a graph. *Artificial Intelligence* 1 (3), 193-204.
- [8] Brockfeld, E; Wagner, P; Passfeld, B (2007): Validating travel times calculated on the basis of taxi floating car data with test drives. In: *Proceedings of the ITS World Congress*, Beijing, China.
- [9] Chawathe, SS (2007): Segment-based map matching. In: *Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Istanbul, Türkei, 13-15.
- [10] Ghallab, M; Allard, DG (1983): A\*: An efficient near admissible heuristic search algorithm. In: *Proc. Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence*, Karlsruhe, Deutschland, 789-791.



# Bieterunterstützung in kombinatorischen Auktionen für Gebietsausschreibungen

**Atila Yalcin**

Universität Paderborn, DS & OR Lab, 33098 Paderborn, E-Mail: yalcin@dsor.de

## Abstract

In diesem Beitrag wird der Einsatz von kombinatorischen Auktionen in Gebietsausschreibungen beschrieben. Obwohl kombinatorische Auktionen ökonomisch sinnvoll sind, weisen sie eine hohe Komplexität auf. Hierfür wären weitere Entscheidungsunterstützungen hilfreich. Dazu präsentieren wir Möglichkeiten der Entscheidungsunterstützung für den Bieter, um seine Gebote zu verbessern. Neuartig bei unserem Ansatz ist, dass wir zusätzlich zur Preisunterstützung für den Bieter auch Empfehlungen zu seiner Gebietsstruktur zur Verfügung stellen. Wir bewerten die Bieterunterstützung anhand einer experimentellen Untersuchung.

## 1 Einführung

### 1.1 Problembeschreibung

In den vergangenen Jahren ist eine vermehrte Auslagerung von logistischen Aktivitäten der verladenen Unternehmen an dafür spezialisierte Logistikdienstleister festzustellen (vgl. [2][1]). Längst handelt es sich dabei nicht mehr um kurzfristige Aufträge, sondern oftmals sind es komplexe logistische Prozesse, die für mehrere Jahre von einem Logistikdienstleister komplett übernommen werden. Das Geschäftsfeld wird unter dem Begriff der Kontraktlogistik diskutiert (vgl. [3]). Umso mehr richtet sich das Augenmerk dabei auf die Ausschreibung von logistischen Aktivitäten, die mehrere Millionen Euro Volumina pro Jahr umfassen können, da dadurch die zukünftigen Kosten und Erlöse für die verladene Industrie und für die Logistikdienstleister fixiert werden.

Anstelle eines einzigen großen flächendeckenden Logistiknetzes hat sich in einigen Branchen das Gebietsspediteur-Konzept durchgesetzt, das insbesondere seine Wurzel und seine größte Anwendung in der automobilen Beschaffungslogistik hat (vgl. [5]). Das Konzept wird sowohl für die Beschaffungslogistik als auch für die Distributionslogistik angewendet. Im Weiteren betrachten wird nur die Beschaffungslogistik, die Aussagen sind jedoch auch auf die Distributionslogistik übertragbar. Ein Logistikdienstleister wird von einem verladenen Unternehmen damit betraut ein größeres Gebiet exklusiv zu bedienen. Der

Logistikdienstleister sichert sich sein zukünftiges Geschäft ab und bietet im Gegenzug dazu günstige Preise an.

Im Falle der Beschaffungslogistik wird der Logistikdienstleister damit beauftragt Waren bei den Lieferanten im Gebiet abzuholen. Diese sammelt er dann in Sammeltouren, im sogenannten Vorlauf, bei den Lieferanten ein und konsolidiert diese in der Regel im Konsolidierungszentrum, das sich im zuständigen Gebiet befindet. Dort werden die Waren dann empfangenorientiert sortiert und im sogenannten Hauptlauf mit größeren LKWs zu den Werken transportiert.

Beim bisherigen Ausschreibungsprozess zur Auswahl von Gebietsspediteuren wird das Gesamtgebiet in mehrere Gebiete unterteilt und getrennt voneinander ausgeschrieben. Der Nachteil dieser Ausschreibung ist, dass die Gebiete groß genug sein müssen, damit größere Logistikdienstleister effizient arbeiten können. Jedoch führt diese Form zu ökonomischen Ineffizienzen, da dadurch insbesondere kleineren und mittelständischen Unternehmen der Eintritt in diesen Markt verwehrt wird. Die großen Gebiete bilden für diese Unternehmen daher Markteintrittsbarrieren und schränken den Wettbewerb nur auf die größeren Anbieter ein. Werden die Gebiete kleiner, sind die größeren Anbieter benachteiligt.

In dieser Arbeit möchten wir daher untersuchen, wie kombinatorische Auktionen geeignet sind um Ausschreibungen für Gebietsspediteure durchzuführen. Da es sich hier um eine spezifische Anwendungsdomäne von kombinatorischen Auktionen handelt, sind Besonderheiten für den Bieter und Auktionator zu klären.

## **1.2 Struktur der Arbeit**

Die Arbeit ist wie folgt strukturiert: Im nachfolgenden Kapitel werden kombinatorische Auktionen eingeführt und das Gewinnerermittlungsproblem des Auktionator für Gebietsausschreibungen beschrieben. Kapitel 3 umfasst die Bieterunterstützung, wodurch der Bieter über zusätzliche Informationen über seinen Gebotsstatus versorgt wird. Diese soll nach Auffassung der Autoren nicht nur Informationen über preisliche Informationen sein, sondern auch Informationen über mögliche Entscheidungen der Gebietsstruktur, die dem Bieter ermöglichen soll, auf ein günstigeren Auktionsstatus zu gelangen. In Kapitel 4 werden die Überlegungen an einem experimentellen Ausschreibungssituation miteinander verglichen werden. Das letzte Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse.

# **2 Kombinatorische Auktionen**

## **2.1 Allgemein**

Eine kombinatorische Auktion bezeichnet ein Auktionsformat, bei dem gleichzeitig mehrere Güter angeboten werden und Anbietern erlaubt wird, Bündelgebote auf eine Teilmenge der Gebote zu geben. Das schließt ein, dass sowohl Gebote auf alle Güter einzeln erfolgen kann als auch auf die Gesamtheit der Güter. Hierzu ein kleines Beispiel: Es sollen Güter A, B und C beschafft werden. Anbieter 1 kann Gut A und B zu jeweils 60 € anbieten oder beides zusammen für 100 €. Anbieter 2 bietet nur für Gut C für 70 € an und Anbieter 3 bietet nur alles für 180 € an. Die Frage, die sich nun stellt ist, welche Angebote vom Auktionator angenommen werden sollen, die insgesamt kostenminimal sind. Hierzu sind alle zulässigen Kombinationen zu vergleichen. Die optimale Lösung ist die Auswahl von Bündelgebote von

Anbieter 1 für Gut A und B und das Gebot von Anbieter 2 für C zu einem Gesamtpreis von 170 €. Würde man anstelle einer kombinatorischen Auktion jedes Gut über mehrere einfache Auktionen einzeln beschaffen, beliefe sich der Gesamtpreis der Auktion auf 190 €. Die Ausschreibung als Gesamtpaket wäre für 180 € möglich. An diesem kleinen Beispiel kann man sehen, dass kombinatorische Auktionen zu einer ökonomisch-effizienten Allokation führen können, wenn in einer Auktion Gebote auf Teilmengen erlaubt werden. An dem Beispiel wird auch deutlich, dass bei dieser Auktionsform sowohl kleine Anbieter als auch große Anbieter im Wettbewerb zueinander stehen und durch diese Wettbewerbssituation effiziente Allokation realisiert werden.

Der Einsatz von kombinatorischen Auktion ist besonders dann zu geeignet, wenn die getrennte Ausschreibung von mehreren Gütern Ineffizienzen bringen, da Abhängigkeiten in der Kostenstrukturen zwischen den Gütern existieren, wie zum Beispiel bei Gebietsausschreibungen, wo benachbarte Gebiete gemeinsame Ressourcen nutzen können. Charakteristisch bei dieser Auktionsform ist, dass die Gebote atomar sind. Ein Gebot kann sich auf mehrere Güter gleichzeitig beziehen, wofür ein einheitlicher Preis zu zahlen ist. Atomar deutet in Bezug auf Gebote, dass entweder das Gebot für alle Güter im Gebot gilt oder gar nicht. Das Risiko vermeintlich dennoch den Zuschlag für eines der Güter zu bekommen wird damit ausgeschlossen. Die Auseinandersetzung mit kombinatorischen Auktionen erfolgt in der wissenschaftlichen Literatur bereits seit etwa dreißig Jahren. Ursprünglich wurde das Auktionsdesign der kombinatorischen Auktionen für Vergabe von Start- und Landerechten auf Flughäfen entwickelt (vgl. [12]). Der Anwendungsbereich ist mittlerweile sehr breit. Prominentest Beispiel dafür die Vergabe von Mobilfunklizenzen in den USA (vgl. [1]). Die Untersuchung von kombinatorischen Auktionen erweitern bisherige Allokationsprobleme und werfen auch eine Reihe neuer eigenständiger Fragestellungen auf. Der interdisziplinäre Forschungsbereich ist im Spannungsfeld zwischen den Wirtschaftswissenschaften, des Operations Research und der Informatik (vgl. [1]) angesiedelt und beleuchtet Probleme aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Obwohl die ökonomische Effizienz von kombinatorischen Auktionen bekannt ist, haben sich bisher in der Praxis nur einige sehr wenige Anwendungen durchgesetzt. Ein Grund dafür ist die hohe Komplexität von kombinatorischen Auktionen, die wesentlich durch die Bestimmung von Gewinnern in kombinatorischen Auktionen gegeben ist.

## 2.2 Gewinnerermittlungsproblem

Wie am obigen Beispiel deutlich wurde, ist die Ermittlung der optimalen Gebote bei kombinatorischen Auktionen nicht trivial. Wir modellieren daher das Gewinnerermittlungsproblem von kombinatorischen Auktionen für Gebietsausschreibungen als ein mathematisches Optimierungsproblem. Sei  $I = \{1, \dots, N\}$  die Menge der Bieter, die die Logistikdienstleister repräsentieren, und seien  $G = \{1, \dots, M\}$  die Menge der ausgeschriebenen Gebiete, auf die Gebote abgegeben werden sollen. Ein Gebot  $j$  von Bieter  $i$  wird durch den Vektor  $B_{ij}$ , der angibt ob ein Gebiet durch das Gebot abgedeckt ist ( $B_{ij} = 1$ ) oder nicht ( $B_{ij} = 0$ ), und dem Gebotspreis  $p_j$  beschrieben. In der Praxis werden für Gebietsausschreibungen keine festen Gebietspreisen ausgehandelt, sondern Transporttarife für Teilprozesse (Vorlauf, Hauptlauf) zu Grunde gelegt. Auf Basis des prognostizierten Mengengerüst, die den Logistikdienstleistern für die Angebotserstellung zur Verfügung gestellt werden, kann der erwartete Gebietspreis berechnet werden.

Der Gebotspreis für Gebot  $j$  kann daher folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$p_j = \sum_{g=1}^G B_{jg} \cdot (p_j^{\text{Vorlauf}} \cdot TK_{jg}^{\text{Vorlauf}} + p_j^{\text{Hauptlauf}} \cdot TK_{jg}^{\text{Hauptlauf}}) \quad (1)$$

$p_j^{\text{Vorlauf}}$  ist gebotenen Preis je Tonnenkilometer für den Vorlauf.  $TK_{jg}^{\text{Vorlauf}}$  beschreiben die prognostizierten Transportvolumen je Tonnenkilometer im Vorlauf. Die Daten für den Hauptlauf sind zum Vorlauf analog. Der Gebotspreis  $p_j$  ergibt sich damit aus der Summe Vorlaufkosten und Hauptlaufkosten der abgedeckten Gebiete.

Die prognostizierten Transportvolumen im Vorlauf ergeben sich für ein Gebiet aus der Entfernung des Gebietes zum Konsolidierungszentrum von Gebot  $j$  und der Summe der erwarteten Transportmengen  $T_{gw}$  von Gebiet  $g$  zu den Werken  $\{1, \dots, W\}$  in Tonnen:

$$T_{jg}^{\text{Vorlauf}} = D_{jg} \cdot \sum_{w=1}^W T_{gw} \quad (2)$$

Analog dazu berechnen sich die Transportvolumen je Tonnenkilometer im Hauptlauf aus der Entfernung des Konsolidierungszentrums zu den Werken und der erwarteten Transportmengen zu den Werken in Tonnen:

$$T_{jg}^{\text{Hauptlauf}} = \sum_{w=1}^W D_{jw} \cdot T_{gw} \quad (3)$$

Das Problem des Auktionators ist es nun, nach der Berechnung des Gebotspreises die kostenminimierenden Zuschläge an die Bieter zu finden. Das Optimierungsproblem zur Auswahl von Logistikdienstleister für das Gebietsspediteur-Netzwerk kann als Set-Partitioning-Problem formuliert werden:

$$v(J)^* = \text{minimieren } \sum_{j \in J} p_j \cdot x_j \quad (4)$$

unter den Nebenbedingungen

$$\sum_{j \in J} B_{jg} \cdot x_j = 1 \quad \forall g \in G \quad (5)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (6)$$

Das Entscheidungsproblem besteht darin für alle Gebote zu entscheiden, ob ein Gebot  $j$  ausgewählt werden soll ( $x_j = 1$ ) oder nicht ( $x_j = 0$ ) (6). Das Ziel ist es, die Beschaffungskosten zu minimieren, die sich durch die Summe der Gebotspreise der ausgewählten Angebote ergeben (4). Notwendige Voraussetzung für die Auswahl von Geboten ist, dass alle Gebiete abgedeckt werden und jedes Gebiet genau einem Gebot zugeordnet ist (5).

## 2.3 Literaturübersicht

Eine gute Übersicht über die Probleme im Entwurf von kombinatorischen Auktionen gibt Bichler et al. [8]. Ein zentrales Problem von kombinatorischen Auktionen wird aus ökonomischer Sicht das Problem der Offenbarung der wahren Preisbereitschaft gesehen, da Agenten versuchen ihre wahre Preisbereitschaft zu verheimlichen. Ein aus theoretischer Sicht sehr wichtiges Auktionsdesign ist die Vickrey-Clark-Gloves Auktion. In dieser Auktionsform geben Bieter verschlossen ihre Gebote ab und erhalten bei Zuschlag ihres Gebotes eine Zahlung für die Opportunitätskosten. Die Offenbarung der wahren Zahlungsbereitschaft wird daher als dominante Handlungsstrategie betrachtet. Dennoch können derartige Zahlungen in der Praxis von den Bietern nicht ganz nachvollzogen werden. Außerdem gelangt der Auktionator zu wertvollen Kosten- und Preisinformationen mit denen zum Beispiel der Einkäufer die Preise runter verhandeln würde. Daher sind andere Formen

der iterativen Verhandlung bevorzugt werden, die es ermöglichen, dass Bieter durch Feedback-Mechanismen ihre Gebote verbessern können, um gesamtoptimale Allokationen zu erreichen.

Es gibt zwei Möglichkeiten, um den Bieter während der Verhandlung zu unterstützen (vgl. [6]): Preisbasierte Ansätze versuchen durch Bereitstellung von Preisinformationen Bieter dazu zu bewegen, die wahre schrittweise Preisbereitschaft zu offenbaren. Hier sei das RAD Design hervorzuheben (vgl. [10]), das aus den eingegangenen Geboten lineare Preise für alle Güter berechnet. Die Ansätze der nicht-preisbasierten Ansätze sind beschränkt und bieten in den meisten Fällen keine eigentliche Form der Entscheidungsunterstützung. So handelt es sich beim *Adaptive User Selection Mechanism* (AUSM)(vgl. [7]), um die Delegierung der Rolle des Auktionators an alle Teilnehmer der Auktion. Über diese allgemeinen Ansätze hinaus haben Leskelä et al. [11] ein Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt, das Empfehlungen von Geboten einer kombinatorischen Auktion mit mehreren Einheiten (*multi-unit combinatorial auction*) macht. Zudem gibt es einige Ansätze, die sich mit der Generierung von Geboten in spezifischen Domänen beschäftigen (vgl. [13]).

Scheffel et al. [14] haben Untersuchungen von kombinatorischen Auktionen mit Probanden durchgeführt. Sie kommen zum Schluss, dass nicht so sehr die der Bereitstellung der Preisinformation entscheidend ist, sondern dass vielmehr der Auswahl von Bündelgeboten eine besondere Rolle zukommt und hierfür Entscheidungsunterstützung geeignet wäre.

Die Vergabe von logistischen Dienstleistungen ist ein großer Anwendungsbereich von kombinatorischen Auktionen (vgl. [4]). Im Unterschied zu der bestehenden Literatur, die den Einsatz für Streckenabschnitte untersucht, betrachten wir Gebiete, die in besonderer Weise miteinander geografisch zusammenhängend sind.

Die Gebietsallokation an Logistikdienstleister stellt einen dezentralen Lösungsansatz bei dem verschiedene Entscheidungsträger über private Informationen verfügen. Im Vergleich dazu kann das Allokationsproblem auch zentral von einer Instanz betrachtet werden, bei der nach einer gemeinsamen optimalen Allokation gesucht wird. Verwandt damit ist das Problem der Standortplanung, das als eine spezielle Form als zentrale Lösung des vorliegenden Problems verstanden werden kann.

Als neue Lösungsmöglichkeit für die Gebietsallokation möchten wir im nächsten Abschnitt auf die Bieterunterstützung eingehen.

### 3 Bieterunterstützung

Wie bereits empirische Studie mit menschlichen Entscheidungsverhalten gezeigt haben (vgl. [14]), ist die Menge an Gebote eines Bieters auf eine kleine Menge von Geboten begrenzt, weshalb nicht alle Gebote, die in Frage kommen würden, ausgewertete und abgegeben werden. Daher wird ein Bieter mit einer bestimmten Anzahl von Geboten beginnen, diese Menge über den Verlauf der Auktion erweitern, verkleinern und die Gebote selbst verändern. Die Literatur zur kombinatorischen Auktion hat für diese Problemstellung bisher keine Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Die Bieterunterstützung sollte daher zur Beantwortung folgender Frage dienen: „Wie muss sich das Gebot eines Bieters verändern, damit das Gebote eine Zuteilung bei der Auktion bekommt?“. Die Änderung des Gebots kann dabei auf zwei Arten erfolgen: Zum einen die

preisliche Änderung bei gleicher Gebietsstruktur und zum anderen durch die Änderung der Gebietsstruktur. Eine Änderung der Gebietsstruktur sollte wenn möglich auch mit einer preislichen Änderung verbunden sein, da dadurch dem Anbieter ein Anreiz gegeben wird, neue Gebote zu generieren. Wir möchten im Folgenden auf beide Lösungsmöglichkeiten der Bieterunterstützung eingehen.

### 3.1 Bieterunterstützung durch Preisinformationen

Unmittelbar aus der Lösung des Gewinnerermittlungsproblems kann über die Zuschlag eines Bieters entschieden werden. Ist das Gebot innerhalb der Menge der Gewinner, ist somit das abgegebene Gebot konkurrierend und braucht zunächst nicht verändert werden. Anders verhält es sich hingegen, wenn das Gebot nicht gewinnend ist. Dann ist zu entscheiden, ob weitere Preiszugeständnisse gemacht werden sollen. Da ein Gebot in der Regel nicht für sich alleine eine gesamte Auktion gewinnen kann, ist deshalb das Zusammenspiel mit den übrigen Geboten wichtig. Für ein Gebot  $k \in J$  sei  $v(J|k)^*$  der Gesamterlös, wenn das Gebot  $k$  Bestandteil einer Allokation ist, die nicht notwendigerweise optimal sein muss. Dann ist

$$\Delta V = v(J|k)^* - v(J)^* + \varepsilon \quad (7)$$

die Differenz des Beschaffungsvolumens, die von der Allokation mit dem Gebot  $k$  von der optimalen Allokation abweicht.  $\Delta V$  gibt damit an, um wie viel die Gebote insgesamt zu verbessern sind, damit es Gewinner werden. Der Term  $\varepsilon$  ist nötig um die bisherige beste optimale Allokation zu übertreffen, da sonst nur das gleiche Beschaffungsvolumen erreicht wird. Die Aufteilung von  $\Delta V$  auf alle Gebote in der Allokation in der auch das Gebot  $k$  enthalten ist, ist nicht trivial. Als Heuristik kann  $\Delta V$  auch gleichmäßig entsprechend der Höhe der bisherigen Gebote eine Aufteilung für eine Preisaktualisierung stattfinden:

$$p_k^{neu} = p_k^{alt} - \Delta V \cdot \frac{p_k^{alt}}{\sum_{j \in J|v(J|k)^*} p_j^{alt}} \quad (8)$$

Der neue Gebotspreis  $p_k^{neu}$  für Gebot  $k$  wird also um den Anteil von  $\Delta V$  reduziert, den es an der Allokation ausmacht.

### 3.2 Gebietsempfehlungen

Da Bieter nicht in der Lage sind alle in Frage kommenden  $2^{|G|}$  Gebietsgebote zu evaluieren, kann eine Entscheidungsunterstützung über das Gebietsdesign Bietern helfen, die eigene Gebietsstruktur zu verbessern, die letztlich den Zuschlag am Ende der Auktion führen soll. Wir möchten daher schrittweise das bisherige Gebot eines Bieters verändern, in dem optimale Gebote in der lokalen Nachbarschaft von Gebot  $k$  gesucht werden. Hierfür kann das Auktionssystem dem Bieter verschiedene Vorschläge machen, abhängig davon welche zusätzlichen Erweiterungen oder Änderungen erlaubt sind.

Wir möchten daher ausgehend von Gebot  $k$ , die Gebietsstruktur um  $m$  Gebiete erweitern und um  $n$  Gebiete die bisherige Struktur reduzieren. Das folgende gemischt-ganzzahlige Optimierungsproblem liefert dafür geeignete Kandidaten aus der lokalen Nachbarschaft von Gebot  $k$ :

$$\max \Delta P \quad (9)$$

Unter den Nebenbedingungen

$$p_k + \sum_{g \in G} (y_{gk}^+ - y_{gk}^-) \cdot (p_k^{\text{Vorlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Vorlauf}} + p_k^{\text{Hauptlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Hauptlauf}}) + \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq k}} p_j \cdot x_j + \Delta P \leq w(J)^* \quad (10)$$

$$B_{kg} + y_{gk}^+ - y_{gk}^- + \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq k}} B_{jg} \cdot x_j = 1 \quad \forall g \in G \quad (11)$$

$$y_{gk}^+ - y_{gk}^- \leq 1 \quad \forall g \in G \quad (12)$$

$$\sum_{g \in G} y_{gk}^+ = m \quad (13)$$

$$\sum_{g \in G} y_{gk}^- = n \quad (14)$$

$$y_i^{k+}, y_i^{k-}, x_j \in \{0,1\} \forall i \in G, j \in J, \Delta P \in \mathbb{R} \quad (15)$$

Die Variablen  $y_{gk}^+$  und  $y_{gk}^-$  entscheiden darüber, ob das Gebiet  $g$  in das Gebot  $k$  aufgenommen werden soll bzw. reduziert werden soll. Gleichung (10) enthält den Term der Zielfunktion des Gewinnermittlungsproblems, in dem das Gebot  $k$  fixiert ist und die Vergrößerung bzw. die Verkleinerung der Gebiete mit den entsprechenden Kosten bewertet wird (vgl. (1)). Insgesamt sollen in (10) die neuen Gesamtkosten gemeinsam mit einem Überschussfaktor  $\Delta P$  die aktuelle optimale Allokation verbessern. Ist  $\Delta P > 0$  könnte das Gebot  $k$  auf Basis der gleichen Tarifstruktur verbessert, dass nun zu einem Gewinnergebot werden könnte. Gleichung (11) sichert die Zuteilung eines Gebietes  $g$  entweder an Gebot  $k$  oder an die übrigen Gebote. Ein Gebiet sollte nicht gleichzeitig erweitert und reduziert werden, dies wird durch Gleichung (12) modelliert. Gleichungen (13) und (14) beschreiben, dass es genau  $m$  Gebietserweiterungen und genau  $n$  Reduzierungen gibt. Das Ziel dieses Optimierungsmodells ist es, neue Gebietsstruktur vorzuschlagen, um die bisherige Allokation bestmöglich zu verbessern. Der Preis für das neue Gebiet berechnet sich folgendermaßen:

$$p_k^{\text{neu}} = p_k + \sum_{g \in G} (y_{gk}^+ - y_{gk}^-) \cdot (p_k^{\text{Vorlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Vorlauf}} + p_k^{\text{Hauptlauf}} \cdot TK_{kg}^{\text{Hauptlauf}}) + \Delta P \quad (16)$$





Der Gebietspreis berechnet sich nach dem bisherigen Tarif des Gebots. Es wird jedoch um  $\Delta P$  erhöht. Falls  $\Delta P > 0$  gilt, kann der Bieter dadurch einen Anreiz erhalten, die Struktur zu ändern.

## 4 Numerische Experimente

### 4.1 Aufbau des Experiments

Für unser numerisches Experiment betrachten wir die Gebietsausschreibung eines beschaffungslogistischen Gebietsnetzwerkes, dass aus einem 8 x 8 Feld besteht (siehe Bild 1). Die Werke der Produktion seien jeweils an den Ecken des Gesamtgebiets und die Lieferanten seien gleichmäßig über die Gebiete verteilt. Die Transportmengen für jedes Gebiet seien gleich, hierfür nehmen wir des Einfachheit halber  $T_i=1$  an. Die Transportmengen seien auf alle vier Werke gleichverteilt. Ferner nehmen wir an, dass es zwei Typen von Logistikdienstleistern gibt: Zum einen große Logistikdienstleister und kleine und mittelständische Logistikdienstleister. Der Unterschied beider Typen von Dienstleistern ist, dass sie unterschiedliche Kostenstrukturen aufweisen. Große Dienstleister arbeiten erst ab einer bestimmten Größe sehr effizient, weshalb ihre Fixkosten  $F=50$  und die

Vorlaufkosten  $p_k^{Vorlauf}$  je Entfernung in  $[2,5;3,5]$  gleichverteilt sein. Die übrigen Logistikdienstleister dagegen haben aufgrund ihrer schlanken Struktur niedrigere Fixkosten von  $F=20$ , dafür aber höhere Vorlaufkosten von  $p_k^{Vorlauf}$  je Entfernung, die in  $[4;5]$  gleichverteilt sind. Die Hauptlaufkosten seien für alle mit  $p_k^{Hauptlauf}$  je Entfernung fix. Zusätzlich fallen an jedem Gebiet noch eine Geldeinheit an Umschlagskosten an. Als Distanzmaß wird hier die Manhattan Distanz gewählt.

 A1	A2	B1	B2 
A3	A4	B3	B4
C1	C2	D1	D2
C3 	C4	D3	D4 

**Bild 1: Beschaffungsnetzwerk bestehend aus einem 8 x 8 Feld**

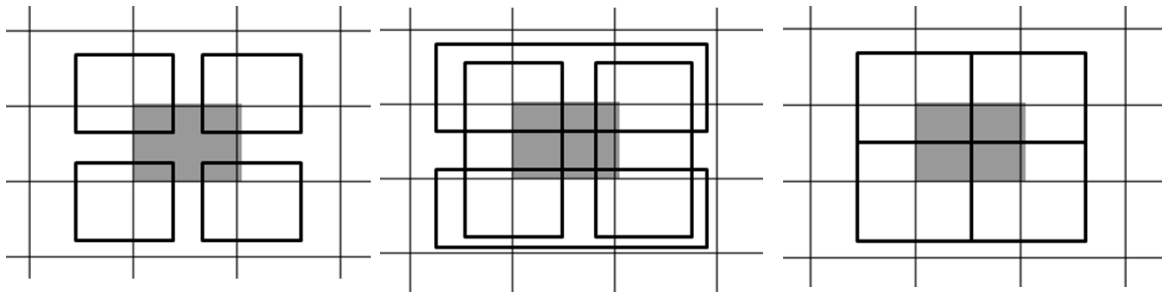
Insgesamt seien jeweils 20 große und 20 kleine Logistikdienstleister zur Ausschreibung eingeladen. Das Konsolidierungszentrum eines jeden Logistikdienstleisters sei in diesem Experiment über das Gesamtgebiet gleichverteilt.

Um nun die verschiedenen Auktionsformen (einfache, hierarchische und kombinatorische Auktion) miteinander zu vergleichen, möchten wir folgende zusätzlichen Restriktionen einführen. In einer einfachen Auktion seien vier Gebiete ausgeschrieben, um eine effiziente Größe für große Logistikdienstleister zu haben. Das sind die Gebiete über alle Großbuchstaben: A, B, C und D. Das Gebiet A erstreckt sich über A1, A2, A3 und A4. Analog dazu sind die Gebiete B, C und D definiert.

Die bekannte einfache Auktion wollen wir mit der hierarchischen Auktion (vgl. [14]) vergleichen. In der hierarchischen Auktion seien zusätzlich zu den vier Gebieten der einfachen Auktion, auch Gebote auf die Teilgebiete (A1 .. A4,..., D1..D4) möglich. Womit insgesamt 20 mögliche Gebote für Bieter möglich sind.

Für die kombinatorischen Auktionsformate gibt es keine Beschränkung der Gebotsabgabe. Um allerdings die Anzahl der Gebote überschaubar zu halten, gehen wir davon aus es gebe Gebotsmuster, die von den Logistikdienstleistern geboten werden. Bild 2 zeigt die Grundkombination auf die sich kleine Logistikdienstleister beschränken.

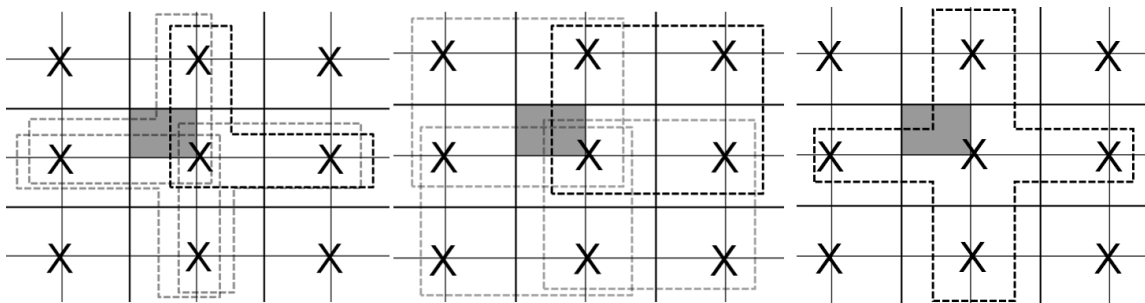




**Bild 2:** 4er, 6er und 9er Gebiete für kleine Logistikdienstleister

In Bild 2 sieht man das Konsolidierungszentrum eines Bieters grau hinterlegt. Möglich sind jeweils Gebote auf vierer, sechser und neuner Gebiete, wie durch die Schablonen hinterlegt. Insgesamt werden somit 9 fixe Gebote erzeugt.

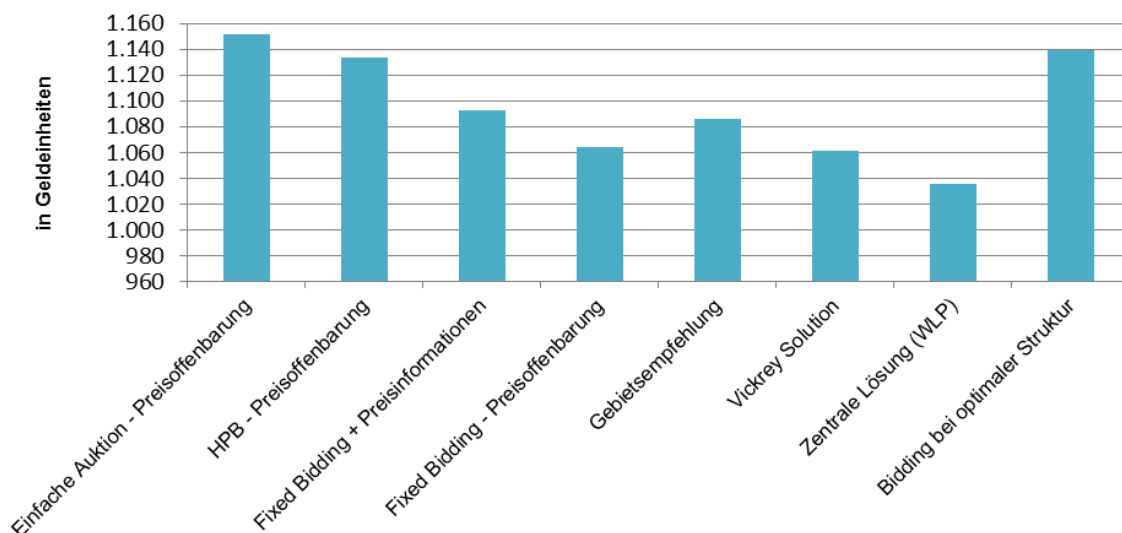
Die Gebiete der großen Logistikdienstleister sind größer, verhalten sich jedoch nach einem ähnlichen Muster, das im Bild 3 zu sehen ist. Die „X“ Symbole repräsentieren vier zusammenhängende Gebiete. Auf diese Weise sind wiederum auch 9 Gebote möglich.



**Bild 3:** 12er, 16er und 20er Gebiete für kleine Logistikdienstleister

## 4.2 Experimentelle Ergebnisse

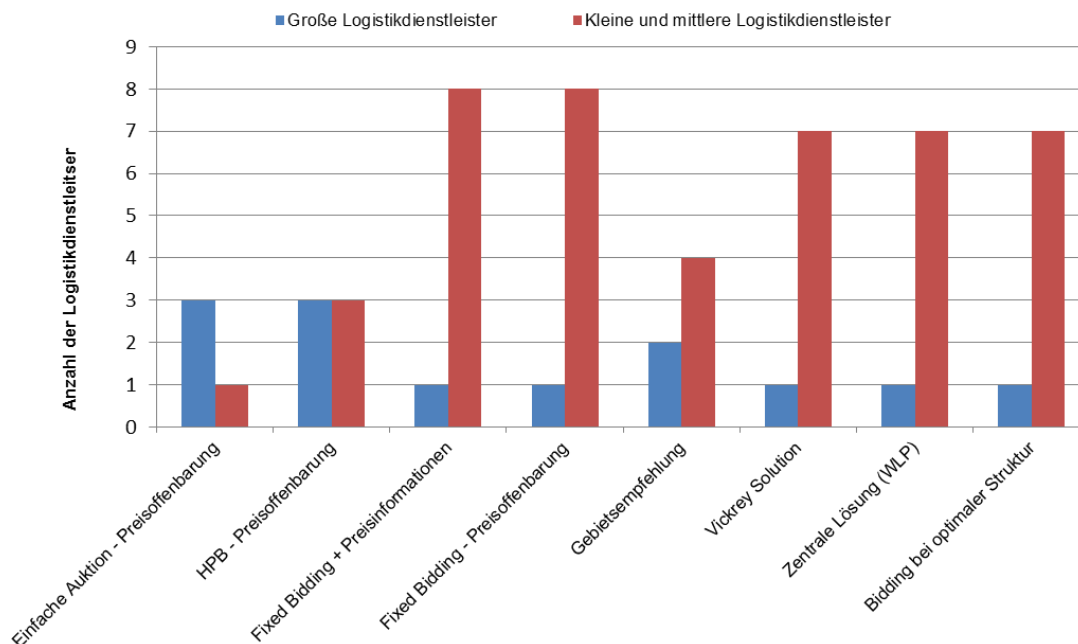
Das Ergebnis unseres numerischen Experiments ist in Bild 4 zu sehen. Dort sind die Beschaffungsvolumina der verschiedenen Auktionsformen miteinander verglichen.



**Bild 4:** Vergleich im Beschaffungsvolumen

Es ist zu sehen, dass einfache Auktionen selbst bei wahrer Preisoffenbarung am schlechtesten abschneiden. Das hat damit zu tun, dass die Gebiete nur für bestimmte Logistikdienstleister geeignet zugeschnitten sind. Die hierarchische Auktion zeigt dazu im Vergleich leichte Verbesserungen an. Aus Bild 5 sind auch die Typen der Gewinner (kleine und mittlere Logistikdienstleister oder große Logistikdienstleister) der Auktionsformen dargestellt. Daraus geht hervor, dass hierarchische Auktionen auch kleineren Logistikdienstleistern zum Zuschlag verhelfen.

Weitere Verbesserungen bringen kombinatorische Auktionen (Fixed Bidding). Hier wurde zusätzlich darauf eingegangen, welchen es Unterschied macht, die Auktion iterativ durchzuführen und die Bieter mit Preisinformationen zu versorgen (Fixed Bidding + Preisinformation) oder die Gebote mit wahren Preisbereitschaften zu Beginn offenbart. Es zeigen sich signifikante Unterschiede, so dass die direkte Preisoffenbarung weitere Kosteneinsparungen bringen würde.



**Bild 5: Einbeziehung von unterschiedlichen Typen von Logistikdienstleistern**

Weiterhin wurde das feste Biet-Muster untersucht, ob dies nicht auch Einfluss auf die Beschaffungskosten hat. Die von uns entwickelte Gebietsempfehlung hat zwar leichte Verbesserungen im Vergleich zum festen Bieten mit Preisinformation ergeben, jedoch sind viele Einflussfaktoren abhängig vom Erfolg.

Für die Beurteilung des Einflusses des Biet-Musters ziehen wir zentrale Lösungen (Vickrey Solution und zentrale Lösung) heran, wenn eine Instanz alle Information der Logistikdienstleister haben würde. Unser dezentrales Problem ließ sich durch die spezielle Problemstruktur als Warehouse-Location-Problem formulieren und lösen. Daraus wurde dann die Vickrey Auktionslösung mit Perfekter Information berechnet. Aus beiden Ergebnissen wird ersichtlich, dass neben der Preisoffenbarung, das bereits in der Literatur intensiv diskutiert wurde, die Struktur der Gebote großen Einfluss auf die Beschaffungskosten haben.

In diesem Zusammenhang ist interessanterweise festzustellen, dass es ebenso keine festen optimalen Gebietsstrukturen gibt. Zu diesem Zweck wurde die Gebietsstrukturen der optimalen WLP Lösung als Gebote für eine einfache Auktion verwendet und eine iterative einfache Auktion durchgeführt (Bidding bei optimaler Struktur). Das Ergebnis ist, dass die optimale Struktur kaum die Beschaffungskosten der einfachen Auktion verbessern.

## 5 Zusammenfassung

Wir haben den Einsatz von kombinatorischen Auktionsformen für Gebietsausschreibungen vorgestellt. Die hohe Komplexität der Thematik erfordert es Bietern geeignete Informationsstrukturen vorzugeben, um insgesamt für den Auktionator optimale Ergebnisse zu erzielen. Neben zusätzlichen Preisinformationen während des Biet-Prozesses, haben wir eine neuartige Gebietsempfehlung vorgestellt. Unsere Computerexperimente zeigen, dass es nach wie vor großen Entwicklungsbedarf der Entscheidungsunterstützungsmethoden gibt.

## 6 Literatur

- [1] Cramton, P; Shoham, Y; Steinberg, R (2006): *Combinatorial Auctions*. MIT Press, Cambridge.
- [2] Klaus, P; Hartmann, E; Kille, C (2010): *Die Top 100 der Logistik.*: DVV MediaGroup, Bremen/Hamburg.
- [3] Stölzle, W; Weber, J; Hofmann, E; Wallenburg, CM (2007): *Handbuch Kontraktlogistik: Management komplexer Logistikdienstleistungen*. Wiley, Weinheim.  
*Beiträge aus Sammelwerken*
- [4] Caplice, C; Sheffi, Y (2006): *Combinatorial Auctions for Truckload Transportation*. In: Cramton, P; Shoham, Y; Steinberg, R (Hrsg.), *Combinatorial Auctions*. MIT Press, Cambridge.
- [5] Klaus, P; Krieger, W (2008): *Gebietsspediteurkonzept*. In: Klaus, P; Krieger, W (Hrsg.): *Gabler Logistik Lexikon*. Gabler, Wiesbaden.
- [6] Parkes, DC (2006): *Iterative Combinatorial Auctions*. In: Cramton, P; Shoham, Y; Steinberg, R (Hrsg.), *Combinatorial Auctions*. MIT Press.
- [7] Banks, JS; Leyyard, JO; Porter, DP (1989): *Allocating Uncertain and Unresponsive Resources: An Experimental Approach*. The RAND Journal of Economics 20(1), 1-25.
- [8] Bichler, M; Pikhovskiy, A; Setzer, T (2009): *Kombinatorische Auktionen in der betrieblichen Beschaffung - Eine Analyse grundlegender Entwurfsprobleme*. Wirtschaftsinformatik 47 (2), 126-134.
- [9] Goree, JK; Holt, CA (2007): *Hierarchical package bidding: A paper & pencil combinatorial auction*. Games and Economic Behavior 70(1), 146-169.
- [10] Kwasnisca, AM (2005): *A New and Improved Design for Multiobject Iterative Auctions*. Management Science 51 (3), 419-434.
- [11] Leskelä, RL; Teich, J; Wallenius, H; Wallenius, J (2007): *Decision support for multi-unit combinatorial bundle auctions*. Decision Support Systems 43(2), 420-434.

- [12] Rassenti, S; Smith, V.L.; Bulfin, R.L. (1982): A combinatorial auction mechanism for airport time slot allocations. *Bell Journal of Economics* 13(2), 402-417.
- [13] Song, J; Regan, A (2005). Approximation algorithms for the bid construction problem in combinatorial auctions for the procurement of freight transportation contracts. *Transportation Research Part B* 39(10), 914-933.
- [14] Scheffel, T; Ziegler, G; Bichler, M(2010): On the Impact of Cognitive Limits on the Combinatorial Auctions: A Experimental Study in the Context of Spectrum Auctions Design. TU München.

# **Konzeption eines entscheidungsunterstützenden Systems zur operativen Planung intermodaler Verkehre mittels Multiagentensystemen**

**Christian Hillbrand**

V-Research GmbH, Dornbirn, Österreich, E-Mail: christian.hillbrand@v-research.at

**Susanne Schmid**

V-Research GmbH, Dornbirn, Österreich, E-Mail: susanne.schmid@v-research.at

**Rainer Frick**

V-Research GmbH, Dornbirn, Österreich, E-Mail: rainer.frick@v-research.at

## **Abstract**

Die operative Planung intermodaler Transportketten besteht aus vielfältigen, wechselseitig miteinander verknüpften Entscheidungsproblemen. Dieser Beitrag präsentiert einen konzeptionellen entscheidungsunterstützenden Ansatz zur simultanen Lösung dieser Fragestellungen auf Basis von Multiagentensystemen. Durch die im Rahmen dieser Arbeit verfolgte verteilte Modellierung von Strukturinformationen und Optimierungsmechanismen wird dem Umstand Rechnung getragen, dass in einem weit verzweigten Transportnetz eine kaum zu überschauende Anzahl von Akteuren in stark dynamischen Beziehungen zueinander steht, wodurch eine Abbildung eines globalen Modells nahezu unmöglich wird.

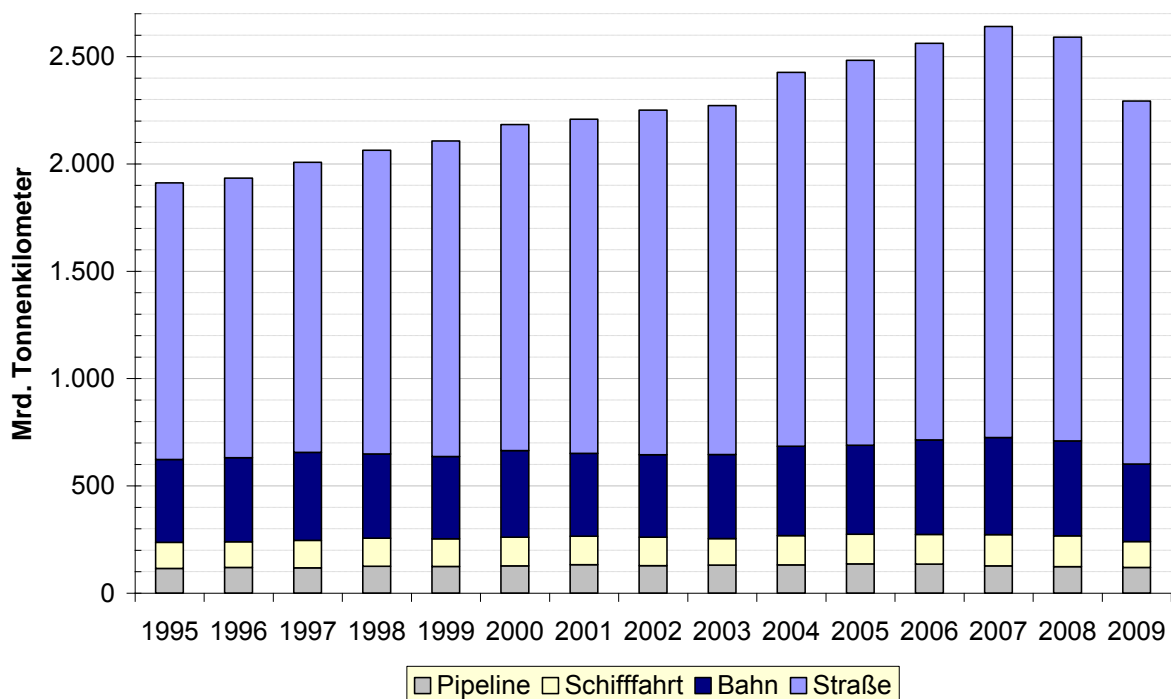
## **1 Einleitung**

Die Globalisierung der Wirtschaft ist einer der wesentlichen Treiber für ein stetiges Ansteigen des internationalen Güterverkehrsaufkommens. Einerseits verursacht eine zunehmende Arbeitsteiligkeit innerhalb der Supply Chain bzw. die Auslagerung wertschöpfender Aktivitäten in Länder mit günstigen Produktionsbedingungen und andererseits die Disparitäten zwischen Produktionsstätten und Absatzmärkten einen gesteigerten Bedarf an Transportkapazitäten.

Wie aus Bild 1 hervorgeht, ist der Güterverkehr in der Europäischen Union (EU-27) zwischen 1995 und 2007 kontinuierlich um mehr als 38% angestiegen. Lediglich aufgrund der Auswirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise war in den Jahren 2008 und 2009 ein Rückgang der Transportvolumina zu verzeichnen. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, dass dieses Wachstum fast ausschließlich aus dem Ausbau straßengebundener

Transportkapazitäten herrührt. Während sich die Zunahme des Straßengüterverkehrs im Vergleichszeitraum (1995-2007) auf 49% beläuft, beträgt das Wachstum des Bahnverkehrs nur ca. 17% und der Binnenschifffahrt ca. 19%. Darüber hinaus waren die stärksten krisenbedingten Rückgänge 2008/09 ebenfalls im Bahntransport zu verzeichnen, sodass die Transportleistung dieses Verkehrsträgers im Jahr 2009 unter dem Niveau von 1995 liegt (vgl. [1]).

Dieses überproportionale Wachstum des Straßengüterverkehrs in den vergangenen Jahren ist zum einen auf Kapazitätsengpässe im Bahn- oder Schiffsverkehr und zum anderen auf die Flexibilität dieses Transportmodus gegenüber anderen Verkehrsträgern zurückzuführen. Wie eine aktuelle Studie des Transportverhaltens aus mittel- und osteuropäischen Ländern zeigt, werden über 95% aller internationalen Sendungen derzeit im LKW-Direktverkehr abgewickelt, wodurch üblicherweise keinerlei Umschlags- oder Abfertigungsaktivitäten wie auch keine Bindung an getaktete Verkehre entstehen (vgl. [2]). Ein weiteres Merkmal straßengebundener Verkehrsträger ist, dass mit vergleichsweise geringen Volumina zu fixen Preisen transportiert werden kann, während bei Bahn- und Schiffsverkehr der Preis meist auslastungsabhängig ist, was wiederum einer erhöhten Koordination zwischen mehreren Verladern bedarf.



**Bild 1:** Entwicklung der Gesamt-Transportleistung 1995-2009 in der EU nach Transportmodi (Daten entnommen aus [1])

Wie einschlägige Untersuchungen zeigen, ist auch für die Zukunft mit einer weiteren Zunahme des Güterverkehrsaufkommens mit jährlichen Wachstumsraten von ca. 2% bis 2030 und dann abnehmenden Steigerungen von ca. 1% p.a. zu rechnen (vgl. [3]). Allerdings ist zu erwarten, dass der Ausbau straßengebundener Transportkapazitäten in zunehmendem Maße an natürliche Grenzen wie steigende Treibstoffpreise, ausgelastete Verkehrswege oder gesetzliche Beschränkungen, stoßen wird. Aus diesem Grund ist im Straßen-

Güterverkehr bis zum Jahr 2030 mit Wachstumsraten von ca. 1,1% p.a. und danach mit lediglich 0,5% p.a. zu rechnen (vgl. [3]). Da dadurch die notwendigen Transportkapazitäten in Zukunft immer weniger abgedeckt werden können, sind zusätzliche Kapazitäten auf anderen Verkehrsträgern, insbesondere der Bahn zu schaffen.

Ausgelöst durch diese äußeren Rahmenbedingungen und verstärkt durch zunehmend unattraktivere Produktionsbedingungen für Straßentransporte sowie eine Verbesserung der Angebote auf Seiten der Bahn durch steigende Nachfrage, werden in den kommenden Jahren viele Verlader kombinierte Transportarten gegenüber LKW-Direktverkehren bevorzugen. Allerdings sind die derzeit ungleich höheren Aufwände bei der Planung und Organisation derartiger intermodaler Transportketten neben dem eingeschränkten Angebot an kombinierten Services bis dato der Hauptgrund, davon Abstand zu nehmen. Bei kombinierten Verkehren sind neben Vor- und Nachlauf von bzw. zu einem Verladeterminal üblicherweise zumindest eine Hauptlaufstrecke bei einem Eisenbahn- oder Binnenschiffahrtsunternehmen sowie die jeweiligen Umschlagsaktivitäten zu organisieren. Darüber hinaus sind diese Hauptläufe getaktet, sodass die Produktions-Taktzeiten bei Sender und Empfänger entsprechend abgestimmt werden müssen oder die Güter zu einem definierten Zeitpunkt bereitgestellt werden müssen. Aufgrund der eher starren Kapazitätsbeschränkungen auf Eisenbahn- oder Schifffahrtslinien sind bei unzureichender Koordinationstätigkeit Auslastungsvariationen und damit zusammenhängend Preisschwankungen bzw. Bedarfsüberhänge zu erwarten.

Um verstärkt auch kombinierte Verkehrsträger in Anspruch nehmen zu können, müssen verladende Unternehmen deshalb zukünftig in der Lage sein, unter diesen Rahmenbedingungen die Konditionen im Rahmen der Transportplanung zu optimieren. Dies stellt eine weitaus höhere Herausforderung dar als die derzeit gängige Praxis der einfachen Beauftragung eines Logistikdienstleisters:

- Mehrere mögliche Routenalternativen sowie die Wahl der Umschlagsorte sind gegeneinander abzuwägen, um die optimale Transportrelation zu identifizieren.
- Neben der Vielzahl von Transport-Akteuren (Vor-/Nachlaufspediteur, Hauptlauf-Dienstleister, Umschlagsterminal, Lagerbetreiber) sind für eine Preisbildung und optimale Auslastung kombinierter Verkehrsträger zusätzlich ggf. weitere Verlader zu koordinieren.
- Bei Bedarfsüberhängen müssen flexibel und schnell alternative Transportmöglichkeiten identifiziert und beauftragt werden.

Diese Teilaspekte der operativen Planung intermodaler Verkehre sind wechselseitig voneinander abhängig, wodurch die damit zusammenhängenden Entscheidungsprobleme simultan gelöst werden müssen. Die derzeit existierenden Planungsansätze der einzelnen Akteure in einem intermodalen System zielen jedoch meist auf eine lokale Optimierung der jeweils eigenen Zielkriterien ab, wodurch in den meisten Fällen kein stabiles Gleichgewicht erreicht werden kann. Als Ursachen dafür stellt beispielsweise eine Untersuchung von Hoffmann [4] das so genannte Koopkurrenz-Phänomen fest. Letzteres beschreibt die häufig zu beobachtende Erscheinung, dass Akteure (bspw. Verlader) in einem intermodalen System in Konkurrenz zueinander stehen, jedoch zum Zwecke eines gemeinsamen Prozesses (z.B. intermodaler Transport) miteinander kooperieren müssen. Diese Situation verhindert meist den Abbau bestehender Informationsasymmetrien und damit eine erfolgreiche Koordination gemeinsamer Prozesse.

Dieser Beitrag präsentiert den konzeptionellen Rahmen und Gestaltungsvorschläge für ein entscheidungsunterstützendes System zur operativen Planung intermodaler Transportketten zwischen zwei Standorten. Wie in den folgenden Abschnitten gezeigt wird, handelt es sich bei einem Transportnetzwerk um ein System von miteinander lose in Beziehung stehenden Akteuren, welche jeweils über einen Teil der strukturellen Informationen dieses Netzwerkes verfügen. Dieses System ist zudem dynamischen Veränderungen unterworfen. Deshalb basiert dieser Ansatz auf einer Multiagenten-Architektur, bei der die Identifikation und Beauftragung einer optimalen Transportinstanz, anstatt durch Betrachtung eines zentralen Modells, durch Interaktion zwischen mehreren autonomen Agenten stattfindet.

Die genannten Entwicklungsaktivitäten sind eingebettet in ein Projekt zur Umsetzung vollautomatisierter intermodaler Transportketten auf Sendungsebene. Parallel zur hier dargestellten Konzeption und Entwicklung eines agentenbasierten Entscheidungsunterstützungssystems, welches auf das Ziel hin ausgerichtet ist, dezentrale Planungen zu erleichtern, fokussiert eine weitere Entwicklungsaktivität in Kooperation mit einem Lagertechnik-Spezialisten auf den automatisierten Umschlag zwischen Straße und Schiene. Dabei wird die Vision eines intelligenten Umschlaglagers verfolgt. Dieses bewerkstelligt einerseits vollautomatisiert die physische Verbringung von Gütern von der LKW-Rampe über ein Pufferlager bis in den Eisenbahnwaggon und umgekehrt. Darüber hinaus wird dieses Umschlaglager Transportkoordinations-Services zur Verfügung stellen, mittels derer ein Versand-Agent optimale intermodale Transportketten automatisiert planen kann.

Die Literaturstudie in Abschnitt 2 analysiert existierende Ansätze in der Planung intermodaler Transportketten und bietet einen Überblick über den Stand der Technik in Bezug auf Multiagentensysteme. Der eigentliche Ansatz der Konzeption eines entscheidungsunterstützenden Systems zur operativen Planung intermodaler Verkehre mittels Multiagentensystemen wird im darauf folgenden Abschnitt 3 beschrieben, bevor in Abschnitt 4 zukünftige Entwicklungs- und Umsetzungsschritte skizziert werden.

## 2 Literaturüberblick

Intermodale Transportnetze stehen im Blickpunkt des logistischen und ökologischen Interesses. Sie bieten mit der Kombination aus Straße, Schiene, Schiff und Flugverkehr die Möglichkeit, vielschichtigen Anforderungen nach Emissions- und Kosteneinsparungen gerecht zu werden. Mit ihrer Vielzahl an Netzakteuren und heterogenen Informationssystemen bringen intermodale Transportnetze aber auch eine ungeheure Komplexität mit sich und stehen damit im Mittelpunkt zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Der nachfolgende Abschnitt liefert eine Übersicht der wichtigsten Entwicklungen.

Um die eingangs erwähnte Komplexität fassbar und gegebene Optimierungspotentiale nutzbar zu machen, werden Planungs- und Analysensysteme benötigt. Grundsätzlich kann zwischen zentralen, dezentralen und hybriden (Mischung aus zentral und dezentral), sowie strategischen und operativen Systemen unterschieden werden.

Der Unterschied zwischen strategischen und operativen Systemen liegt im zeitlichen Entscheidungshorizont. Strategische Planungsentscheidungen zielen auf eine langfristige Positionierung ab, operative Entscheidungen betreffen den tagtäglichen geschäftlichen Ablauf.



Zentrale Planungssysteme steuern bzw. planen das komplette Transportnetz über eine einzige Software-Instanz. Akteure, Fahrpläne, Transportressourcen, Aufträge, etc. werden von einem System erfasst, Routen und Umschlagspunkte geplant und mittels diverser Berechnungen Auslastung und Kosten analysiert. Römer [5] bietet eine Einführung in ein kommerzielles zentrales operatives Planungssystem. Es bietet umfangreiche Planungs-, Berechnungs- und Visualisierungsfunktionen, darunter auch geographische Landkarten und die Möglichkeit der Geokodierung von Adressen. Allerdings müssen die Stammdaten, d.h. die Netze der beteiligten Verkehrsträger, Fahrzeuginformationen und Terminals erst eingepflegt werden. Bei sehr offen gehaltenen Transportnetzen (siehe Oelbermann und Breier [6]), in denen verschiedene Logistikdienstleister ihre Angebote offerieren und häufig ausgewechselt werden, ist die Aktualität der Stammdaten somit nur schwierig aufrecht zu halten. Die Homogenisierung der unterschiedlich strukturierten Daten einzelner Akteure stellt ein weiteres Hindernis beim Einsatz zentraler Planungssysteme dar.

Unter dem Begriff der zentralen strategischen Analysesysteme fallen vor allem ereignisdiskrete Transportnetzsimulationen mit deren Hilfe sich auch intermodale Netze auswerten und optimieren lassen (vgl. dazu Fishburn et al [7]).

Dezentrale oder verteilte Planungssysteme bieten den Vorteil, heterogene Systeme miteinander zu einer Systemlandschaft zu verknüpfen. Dies geschieht, indem die einzelnen Informationssysteme über definierte Schnittstellen und Protokolle miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Solche Software findet ihre Anwendung vor allem auf mobilen Geräten [8].

Eine Ausprägung von verteilten Systemen sind die sogenannten Agentensysteme. Ein Agent (auch Software-Agent) bildet dabei eine funktionelle Einheit und agiert gemäß definierten Richtlinien autonom innerhalb eines Gesamtsystems. Meist bilden mehrere verschiedene Agenten mit unterschiedlichen Rollen (d.h. Funktionalitäten) ein Multi-Agent-System (kurz MAS oder auch Agent-based Modeling ABM) um den Anforderungen eines komplexen Systems gerecht zu werden. MAS haben sich aus der verteilten künstlichen Intelligenz entwickelt und finden heute eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten vor (siehe Weiss [9], Merlat [10] und Trappey et al [8]).

Im logistischen Umfeld lassen sich MAS zur Modellierung der Supply Chain einsetzen [11] [12]. So kann z.B. eine komplette Supply Chain mit Agenten nachgebildet, oder nur einzelne Glieder detailliert betrachtet werden. Häufiges Einsatzgebiet hier ist die Simulation logistischer Prozesse mittels Agenten (Stichwort Agent-based Simulation ABS) [13], darunter auch die Simulation von Transportnetzen [14].

Der Einsatz von agentenbasierten Planungssystemen für intermodale Transportnetze bietet sich ebenfalls aufgrund mangelnder Standardisierung von logistischen Software-Schnittstellen und Datenaustauschformaten an. Dabei werden verschiedenste Ansätze und Ziele in der Ausgestaltung der Agenten verfolgt. So kann z.B. jeder Akteur eines intermodalen Transportnetzes von einem eigenen Software-Agenten repräsentiert werden. Vorteilhaft ist dies bei einer überschaubaren Anzahl von Akteuren mit sehr unterschiedlichen Rollen. Alternativ können Agenten für die einzelnen Transportmodi definiert werden, wie z.B. separate Agenten für Straße und Schiene, ein Agent für die Warenumschlagsterminals, sowie Agenten für die Planung bzw. Abwicklung der Aufträge. Ebenfalls wird der Einsatz von rollenbasierten Agenten vorgeschlagen [15] [16]. So eine Rolle ist z.B. das Verladen von

Waren, Transport der Ware, Lagerung, etc. Viele wissenschaftliche Beiträge richten ihr Augenmerk auf Teilbereiche von intermodalen Transportnetzen wie z.B. die Modellierung von Terminals an Häfen [17] [18] oder an Eisenbahnstationen.

Davidsson et al [19] liefert eine gute Übersicht über diskutierte Varianten von MAS in intermodalen Transportnetzen. Die Autoren zeigen auch auf, dass die meisten wissenschaftlichen Beiträge zum Thema intermodale MAS sich auf theoretischer Ebene bewegen [15], kaum implementierte Systeme zu finden sind und sich hauptsächlich auf ein konkretes operatives Planungsziel konzentrieren. Die strategische langfristige Entscheidungsunterstützung durch intermodale MAS wird nur unzureichend wissenschaftlich untersucht. Intermodalität bezieht sich bei den meisten Beiträgen auf die Kombination von Straße und Schiene, andere Verkehrsträger werden ausgeklammert.

Die verwendete Methodik in intermodalen MAS stellt eine zentrale Frage dar. Bei Degano und Pellegrino [17] finden Petrinetze ihren Einsatz um die Aktivitäten in einem Container Terminal zu modellieren. Dabei liegt der Fokus auf den Synchronisierungsproblemen in einem solchen Terminal.

Gambardella und Rizzoli [20] verwenden MAS für die Verplanung von Aufträgen, der Ablauf, d.h. die Durchführung der Transporte auf Straße und Schiene wird mittels ereignisdiskreter Simulation realisiert. Dabei soll der Vergleich zwischen intermodalem und straßenbasiertem Hauptlauftransport gezogen werden. In der agentenbasierten Planungsaufgabe wird der Ansatz verfolgt, dass sich verschiedene Agenten zu einem Verbund zusammenschließen können, um ein gemeinsames Ziel zu verfolgen. So ein Verbund bezeichnet sich als Holon, wobei ein Agent als Kopf dient und die anderen Agenten von diesem bedient werden.

Dong und Li [15] schlagen vor, bereits bestehende zentrale Planungssysteme durch die Einbringung von Agenten flexibler zu gestalten. Sie sprechen hierbei von Agentifizierung eines zentralen in ein hybrides System.

Henessey et al [18] stellt den Einsatz von wissensbasierten Systemen in intermodalen MAS vor und beruft sich dabei auf ein bestehendes Konzept [21], welches die Entscheidungsfindung eines Agenten als Kernproblem ansieht und daher ein Expertensystem zu Rate ziehen können soll.

Bei Sliwczynski [22] liegt der Fokus auf der strategischen Wahl zwischen alternativen Transportoptionen und -modi für eine gegebene Region mit steigendem Transportaufkommen und zielt damit auf ein Entscheidungsunterstützungssystem ab. Dabei wird der MAS Ansatz implizit vereinnahmt durch die Konzeption von konfigurierbaren und unabhängigen Prozessen und Operationen.

Eine komplexe Planungsaufgabe ist durch die Zerlegung in Unteraufgaben besser zu bewältigen, weshalb der Einsatz von Multi-Agenten Systemen bei intermodalen Transportketten auf der Hand liegt. Jeder Agent wird dabei mit genau einer Aufgabe betraut um den Komplexitätsgrad im Rahmen zu halten. Eine Dezentralisierung des Systems, wie man es durch den Einsatz von MAS grundsätzlich erreicht, kommt in den meisten Fällen den beteiligten Akteuren mit ihren unterschiedlichen Informationssystemen entgegen. Je offener und flexibler so ein Transportplanungssystem ist, desto wichtiger sind die zugrunde liegenden Kommunikationsschnittstellen und -protokolle. Ebenso haben langfristige strategische Entscheidungsunterstützung wie auch operative Planung wachsende Bedeutung

in der wissenschaftlichen Untersuchung. Aus diesen Gründen greift der vorgestellte Beitrag die Planungsfrage auf und beschäftigt sich mit dem MAS Ansatz in lose gekoppelten heterogenen Netzen.

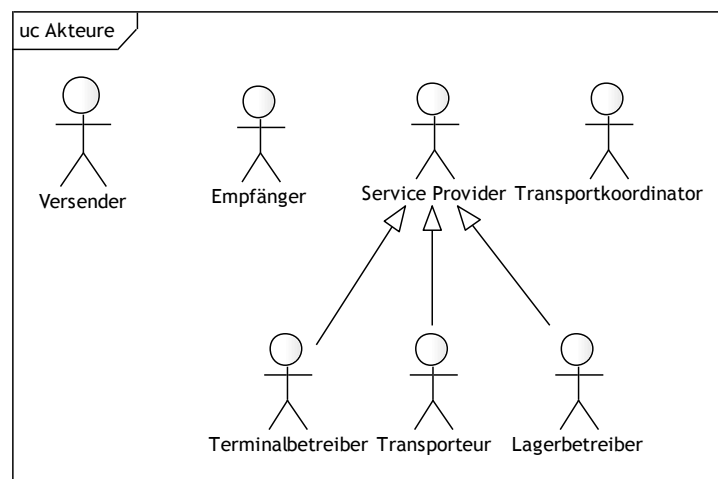
### 3 Konzeption eines agentenbasierten Planungssystems

Der Einsatz eines Planungssystems ermöglicht die automatische Planung, Optimierung und Beauftragung von Transporten, womit folgende Planungsaufgaben unterstützt werden:

- Identifizieren von Transportalternativen für eine gegebene Start-/ Zielrelation,
- Zerlegung der Gesamtstrecke in Teilstrecken,
- Bewerten der Alternativen auf Basis von Transportpreisen und Emissionswerten,
- Identifikation der optimalen Transportmöglichkeit,
- Identifikation des(der) günstigsten Transporteur(e) und
- Erstellung und Übermittlung von elektronischen Transportaufträgen.

Im Folgenden wird das konzeptionelle Modell für ein derartiges dezentrales Planungssystem von intermodalen Transportketten dargestellt. Dazu werden in einem ersten Schritt die Akteure des Planungssystems beschrieben und in weiterer Folge auf den Planungsvorgang mit Hilfe von Agenten eingegangen.

Die Akteure, die in der Transportplanung und -beauftragung involviert sind, sind in der folgenden Bild 2 dargestellt. Die Funktionen der einzelnen Stakeholder im System müssen aber nicht unbedingt personell getrennt sein, das bedeutet, ein Terminalbetreiber kann gleichzeitig auch ein Lagerbetreiber oder gar ein Transportkoordinator sein.

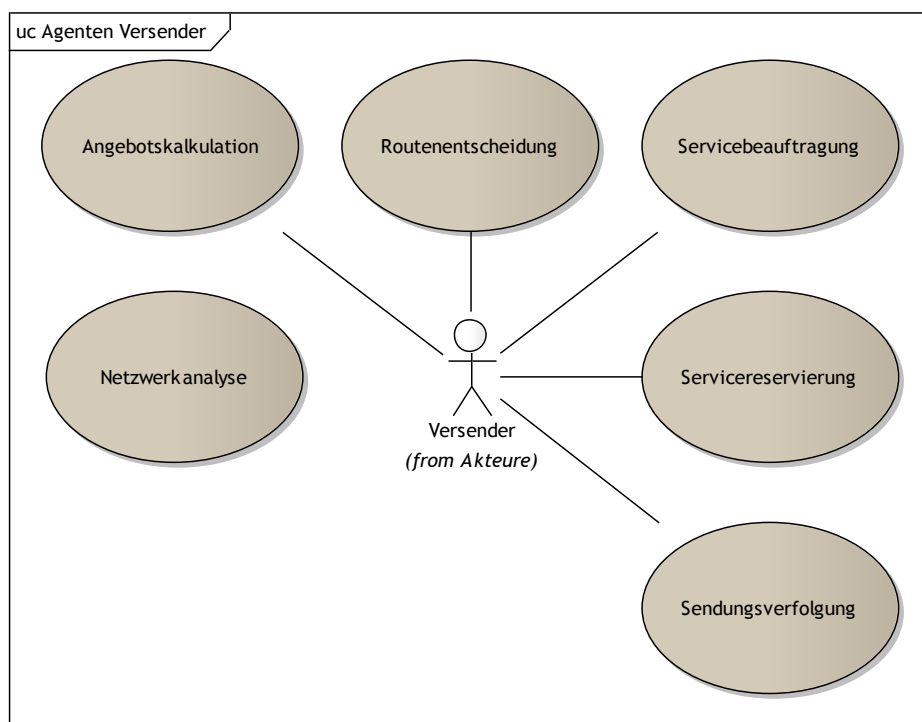


**Bild 2:** Akteure im Transportplanungssystem

- **Versender:** Ziel des Versenders ist es, den Transport einer Sendung mit festgelegten Start- und Zielstandort zu den bestmöglichen Konditionen (Transportkosten, Emissionswerte, Lieferzeitraum) zu beauftragen und deren aktuellen Status zu verfolgen.
- **Empfänger:** Der Empfänger ist daran interessiert, eine Sendung pünktlich entgegen zu nehmen und verfolgt deshalb ebenfalls den aktuellen Status der Sendung.

- **Service Provider:** Ein Service Provider bietet Leistungen an, die zur Abwicklung des Transports der Sendungen benötigt werden. Dieser kann eine der folgenden drei Ausprägungen haben:
    - Ein Transporteur bietet die Leistung des Transports von Gütern mit festgelegten Verkehrsträgern für eine Strecke zwischen zwei Terminals an.
    - Ein Terminalbetreiber betreibt ein (automatisiertes) Terminal und stellt auf diesem den Umschlag der Sendungen (Be- und Entladung) für ein- und ausgehenden Transporte zur Verfügung.
    - Der Lagerbetreiber verfügt über Lagerkapazität und stellt somit als Service die (Zwischen-)Lagerung von Sendungen zur Verfügung.
- Diese Services der einzelnen Provider werden von diesen jeweils zu bestimmten Konditionen (Zeitpunkt, Dauer, Preis, zusätzliche Informationen, etc.) angeboten.
- **Transportkoordinator:** Der Transportkoordinator koordiniert die einzelnen Transporte, indem er die Services, die von den Service Providern bei ihm registriert werden, verwaltet. Diese stellt er dem Versender-Agenten auf Anfrage zur Verfügung.

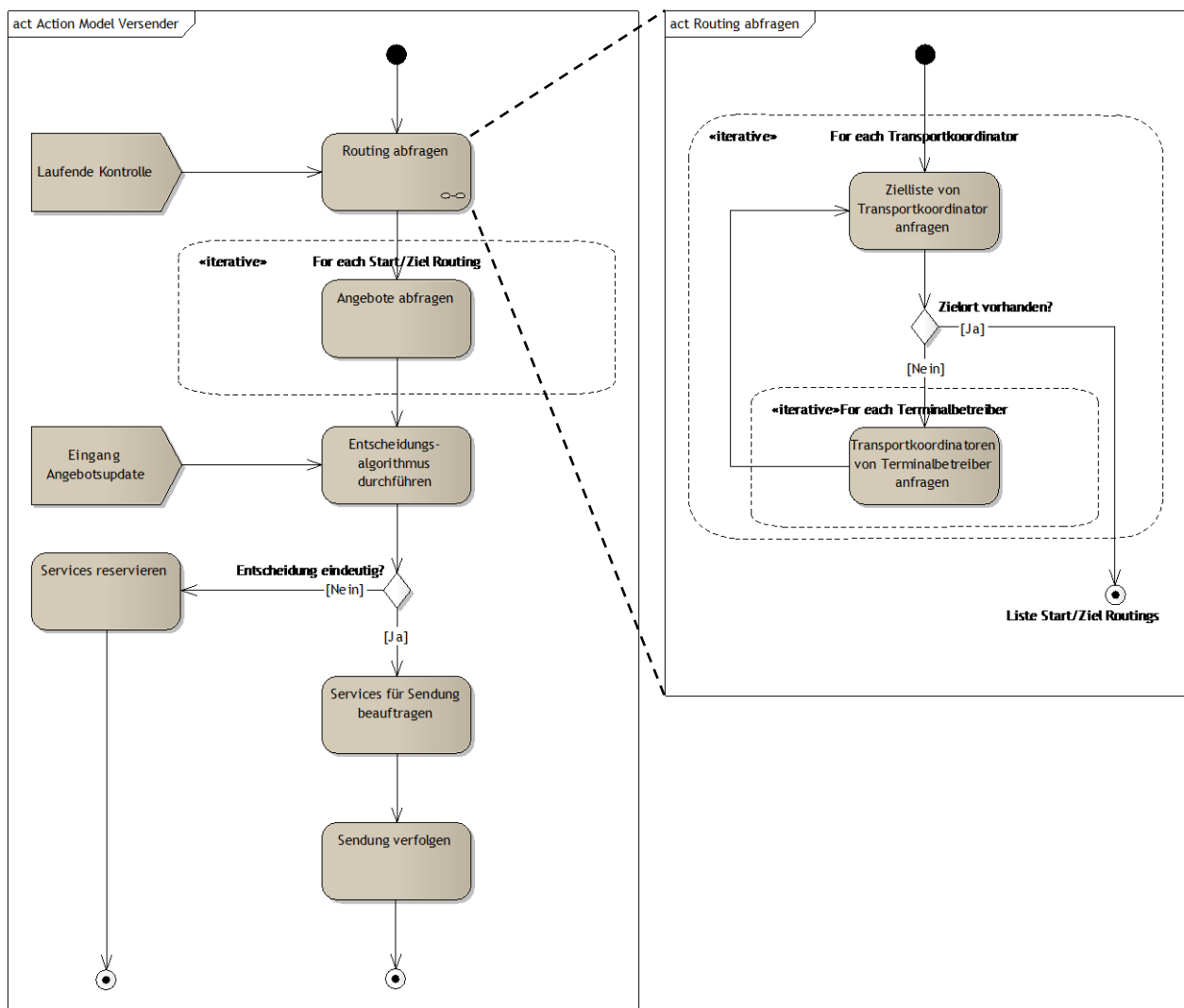
Die Aufspannung des Transportnetzes erfolgt durch die Registrierung der Leistungen von Service Providern bei einem der existierenden Transportkoordinatoren. In diesem Netzwerk können Sendungen, ausgelöst durch den Versender, von einem Start- zu einem Destinationsstandort verschickt werden, ohne dass dieser Kenntnis über das gesamte Netzwerk haben muss. Mit Hilfe von Agenten (siehe Bild 3) kommuniziert der Versender mit den anderen Akteuren im System und ist somit in der Lage, den Transport seiner Sendungen durch das Transportnetz zu planen, zu beauftragen und zu verfolgen.



**Bild 3: Agenten des Versenders**

Im Folgenden werden die einzelnen Planungsschritte, die bei der Transportplanung durchlaufen werden, aus Sicht des Versenders beschrieben. Das Aktivitätsdiagramm in Bild 4 stellt diese Vorgehensweise mit detaillierter Darstellung der Netzwerkanalyse in graphischer Form dar.

Möchte ein Versender eine Sendung von einem Ausgangs- zu einem Zielstandort schicken, initiiert dieser den Planungsprozess, indem er die Routing-Optionen für diese Strecke abfragt. Dazu kontaktiert er alle ihm bekannten Transportkoordinatoren, die ihm eine Übersicht über die verfügbaren Routings liefern sollen. Um diese Liste zusammenstellen zu können, prüft der Transportkoordinator wiederum die bei ihm registrierten Start- und Zielrelationen der Transporteure. Über die Zielterminals werden darauffolgend weitere registrierte Transporte bzw. Transportkoordinatoren abgefragt, solange bis eine Gesamtrelation zum Zielort gefunden werden konnte (siehe Bild 4). Um die Richtung der Suche einschränken zu können, muss eine geeignete Suchstrategie festgelegt werden. Dazu könnte ein noch heuristischer Ansatz gewählt werden, der noch genauer zu spezifizieren ist. Anhand dieser Netzwerkanalyse können dem Versender mehrere Optionen zur Verfügung gestellt werden, die Ketten von Services darstellen, über welche die Sendung an ihr Ziel gelangen kann.



**Bild 4:** Transport planen, beauftragen und durchführen

Um eine Basis für den Vergleich dieser alternativen Transportketten zu schaffen, wird für jedes Routing eine Angebotsanfrage für alle beinhalteten Services an die jeweiligen Service Provider gestellt. Bei diesen Angeboten handelt es sich entweder um Fixpreisangebote, oder aber diese beinhalten eine Preisspanne, bei der im Best-Case-Szenario die Preisuntergrenze, im Worst-Case-Szenario die Preisobergrenze als letztendlicher Verkaufspreis festgelegt wird. Dieses variable Preismodell wird insbesondere bei auslastungsabhängigen Transportmodi herangezogen. Diese offenen Angebote sollen es den Anbietern von Service-Leistungen erleichtern, auf Auslastungsschwankungen zu reagieren. Gleichzeitig ermöglichen sie es diesem durch die flexible Preisbildung dennoch, den an ihren Leistungen interessierten Versendern auch günstige Preisvarianten anbieten zu können. Des Weiteren beinhalten die Angebote sonstige Informationen zu den Leistungen wie zeitliche Faktoren, Emissionswerte und weitere relevante Daten. Optional kann auch eine Gültigkeitsfrist mit dem Angebot verbunden werden.

Die Ergebnisse der Angebotsabfragen bilden die Grundlage für die Ausführung eines oder mehrerer festgelegter Entscheidungsmodelle zur Auswahl einer Transportroute. In diesen Modellen legt der Versender fest, welche Faktoren (Preis, Emissionswerte, Pünktlichkeit, etc.) in den erhaltenen Angeboten, welche Relevanz für die Fällung der Entscheidung zugeteilt wird. Das Ergebnis des Entscheidungsmodells ist im besten Fall eine eindeutige Auswahl einer Transportvariante (z.B. die eindeutig günstigste Route). Ist dies der Fall, kann im direkten Anschluss die fixe Beauftragung der Transportroute durchgeführt werden. Kann aber, insbesondere auf Grund der Überschneidung der Preisfenster (bestehend aus dem minimalen und maximalen Preis für die Leistung) der einzelnen Routings, keine eindeutige Entscheidung gefällt werden, können die einzelnen Varianten reserviert bzw. vorgemerkt werden. Dies ermöglicht es dem Versender eventuelle Preisänderungen oder Konkretisierungen (Verkleinerungen der Preisfenster) abzuwarten und dann auf einer neuen Ausgangsbasis eine Entscheidung durchführen zu können. Gleichzeitig hat der Service Provider die Möglichkeit, seine Angebote zu straffen, wenn genügend Interesse an diesen bekundet wird, sodass eine höhere Ressourcenauslastung gegeben ist, und ein Update an die Versender zu schicken, die den Service reserviert haben. Auf Grund dieser Angebotsupdates kann der Versender den Entscheidungsprozess erneut durchführen, mit dem Ziel eine Beauftragung der einzelnen Services eines ausgewählten Routings durchführen zu können. Zusätzlich zur Weiterleitung der Buchungsinformationen an die einzelnen Service Provider, beinhaltet die Beauftragung eines Routings auch die Stornierung möglicher vorhanden Reservierungen. Wird der Transport dann operativ durchgeführt, kann sowohl der Versender, als auch der Empfänger diese verfolgen (Track&Trace) und den aktuellen Routingstatus abfragen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur Unterstützung wechselseitig abhängiger Entscheidungen im Zuge der operativen Planung intermodaler Transporte auf der Basis von Multiagentensystemen vorgestellt. Die Notwendigkeit des Werkzeugeinsatzes ergibt sich dabei vor allem aus der Komplexität der Planungssituation. Dabei sind zunächst aus dem Dienstleistungsangebot von Transporteuren, Umschlagsterminals und Lagerbetreibern alternative Transportketten zwischen Sender- und Empfängerstandort zu identifizieren, um daraus die optimale Route auszuwählen. Die Optimalität der Route ist dabei auch abhängig

von den jeweils offerierten Preisen für die Dienstleistungen, welche im kombinierten Verkehr sehr oft stark durch den Auslastungsgrad beeinflusst werden. Um letzteren Parameter abschätzen zu können sind mehrere Verlagerer miteinander zu koordinieren, um zuverlässige Preisinformationen ermitteln zu können. Diese Problem-Abhängigkeiten sowie die Veränderungsdynamik des Netzwerks in Bezug auf die involvierten Akteure erschwert oder verhindert eine ausreichend genaue Abbildung der Strukturen auf ein globales Modell. Um diesem Dilemma zu entgehen, verfolgt der hier vorgeschlagene Ansatz eine Verteilung der Informationen und Entscheidungsfindung auf mehrere autonom agierende Softwareagenten, welche jeweils einen Teil der Optimierungsaufgabe in Interaktion mit anderen Agenten übernehmen. Auf dieser Basis wird in diesem Papier eine aus mehreren spezialisierten Agententypen bestehende Architektur eines Entscheidungsunterstützungssystems vorgeschlagen und die Funktionsweise sowie Interaktionsmodi der Agenten beschrieben.

In einem weiteren Entwicklungsschritt sind die hier vorgestellten Konzepte in einem Funktionsprototyp zu implementieren. Das Verhalten des Gesamtsystems insbesondere im Hinblick auf die Fähigkeit stabile Gleichgewichtszustände zu erreichen soll aufbauend darauf in einer Simulationsstudie validiert werden.

## 5 Danksagung

Diese Arbeit beschreibt Ergebnisse eines Forschungsprojektes im Rahmen des K-Projektes „Integrated Decision Support Systems for Industrial Processes (ProDSS)“ und wurde innerhalb des österreichischen Strukturförderprogramms COMET (COMpetence Centers for Excellent Technologies) finanziert.

## 6 Literatur

- [1] Europäische Kommission (2011): EU transport in figures: Statistical pocketbook 2011. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- [2] Hillbrand, C. and Schmid, S. (2011): Multi-criteria evaluation of multi-modal traffic systems by discrete event simulation. In: Balsamo, S. and Marin, A. (Eds.), Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Industrial Simulation Conference, ISC 2011. EUROSIS, Ostend.
- [3] Ickert, L., Matthes, U., Rommerskirchen, S., Weyand, E., Schlesinger, M. und Limbers, J. (2007): Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. O.V., Basel.
- [4] Hoffmann, A. (2006): Unternehmensübergreifendes Kostenmanagement in intermodalen Prozessketten - Theoretische Fundierung und erste empirische Ergebnisse. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- [5] Römer, S (2010): Intermodale Planungssystem in der Transportkette. Praxishandbuch Logistik.
- [6] Oelbermann, A, Breier, H (2009): Offene Transportnetze – Kollaborative Transportplanung unter Nutzung eines Taktes. Forschungszentrum Informatik, IPE, Universität Karlsruhe, IFL.

- [7] Fishburn, P, Golkar, J, Taaffe, K (1995): Simulation of transportation systems. Proceedings of the 27<sup>th</sup> conference on Winter simulation, Arlington, Virginia, US.
- [8] Trappey, A, Trappey, C, Hou, J, Chen, B (2004): Mobile agent technology and application for online global logistic services. [www.emeraldinsight.com/0263-5577.htm](http://www.emeraldinsight.com/0263-5577.htm).
- [9] Weiss, G (2000): Multiagent Systems, A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. MIT-Press, Cambridge MA.
- [10] Merlat, W (1999): An agent-based multiservice negotiation for eCommerce. Paris 6 University, France.
- [11] Swaminathan, J, Smith, S, Sadeh, N (1997): Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach. Berkeley, Pittsburgh, US.
- [12] Roy, D, Anciaux, D, Monteiro, T, Latifa, O (2004): Multi-agents architecture for supply chain management. Journal of Manufacturing Technology Management 15.
- [13] Parker, D, Manson, S, Janssen, M, Hoffmann, M, Deadman, P (2002): Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. Special Workshop on Agent-Based Models of Land Use, Irvine California, US.
- [14] Cetin, N, Nagel, K, Raney, B, Voellmy, A (2002): Large-scale multi-agent transportation simulations, ETH Zürich.
- [15] Dong, J, Li, Y (2003): Agent-based design and organization of intermodal freight transportation systems. Proceedings of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xi'an.
- [16] Roorda, M, Cavalcante, R, McCabe, S, Kwan, H (2010): A conceptual framework for agent-based modelling of logistics services. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), Transportation Research Part E.
- [17] Degano, C, Pellegrino, A (2002): Multi-Agent coordination and collaboration for control and optimization strategies in an Intermodal Container Terminal. Politecnico di Torino, Scalable Architectures Multimedia Communications Laboratories.
- [18] Henesey, L, Davidsson, P, Persson, J (2006): Evaluating Container Terminal Transshipment Operational Policies: An Agent-Based Simulation Approach. Blekinge Institute of Technology, [www.bth.se](http://www.bth.se).
- [19] Davidsson, P, Henesey, L, Ramstedt, L, Törnquist, J, Wernstedt, F (2005): An analysis of agent-based approaches to transport logistics. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), Transportation Research Part C 13.
- [20] Gambardella, L, Rizzoli, A (2002): Agent-based Planning and Simulation of Combined Rail/Road Transport, [www.idsia.ch/platform](http://www.idsia.ch/platform).
- [21] Iglesias, C, Garijo, M, Gonzalez, J, Velasco J (1996) A Methodological Proposal for Multiagent Systems Development extending CommonKADS. Universidad de Valladolid, Spain, [ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/iglesias/Iglesias.html](http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/iglesias/Iglesias.html).
- [22] Sliwczynski, B (2007): Planning process support for intermodal supply chains. Poznan School of Logistics, Poland, [www.logforum.net](http://www.logforum.net).



# **(Re-)Allokationsstrategien für Aufträge mit alternativen Ausführungsmodi – Simulationsexperimente zur Transportlogistik**

**Jörn Schönberger**

Universität Bremen, Lehrstuhl für Logistik, 28359 Bremen, E-Mail: jsb@uni-bremen.de

## **Abstract**

Volatile Entscheidungskonstellationen werden typischerweise als eine Sequenz miteinander verknüpfter statischer Entscheidungsinstanzen (d.h. als Online-Entscheidungsproblem) repräsentiert. Diese Instanzen werden sukzessive bearbeitet. Eine wesentliche Herausforderung, die bei der Definition von Entscheidungsunterstützungssystemen für Online-Entscheidungsprobleme bewältigt werden muss, besteht in der Bewältigung der logischen Abhängigkeiten zwischen den nacheinander bearbeiteten Instanzen. In diesem Artikel untersuchen wir ein Online-Entscheidungsproblem aus der Transportlogistik. Es wird untersucht, ob einmal getroffene Allokationsentscheidungen in späteren Instanzen modifiziert oder beibehalten werden sollten. Verschiedene Re-Allokationsstrategien werden vorgeschlagen und in computerbasierten Simulationsexperimenten evaluiert.

## **1 Einleitung**

Die Analyse und Klassifikation eintreffender Kundennachfragen sind wichtige Schritte in der Planung und Modifikation von Transportprozessen. Aufträge, für die einem Kunden die Erfüllungszusage gegeben wurde, können nachträglich nicht mehr zurückgegeben werden. Ein akzeptierter Kundenauftrag „konsumiert“ darüber hinaus die nur limitiert vorhandenen Transportkapazitäten. Im Rahmen einer Auftragsannahmeentscheidung ist durch einen Transport-Dienstleister zu entscheiden, ob die verfügbaren Restkapazitäten für die aktuelle Kundenanfrage allokiert werden oder ob sie für zukünftige noch erwartete Auftragsanfragen freigehalten werden, für die ein höherer Erlös erwartet wird.

Auftragsannahmeentscheidungen stellen dynamische Entscheidungsprobleme dar, denn Kundenanfragen werden sukzessive gestellt und die Annahmeentscheidungen müssen sequentiell und unumkehrbar getroffen werden. Falls es einem Transport-Dienstleister möglich ist, die Allokation von Ressourcen für einen Auftrag nach dessen unumkehrbarer Annahme noch zu ändern, so wird das nachgefragte Produkt als *flexibel* bezeichnet [1]. Für eine Nachfrage nach einem flexiblen Produkt ist ein Ausführungsmodus aus zwei oder mehr Modi auszuwählen.

Aus der Sicht eines Prozessplaners eröffnen flexible Produkte zusätzliche Entscheidungsspielräume auch für bereits akzeptierte Kundenanfragen. Daher wird flexiblen Produkten das Potential zur Steigerung der Effizienz des betrachteten Wertschöpfungssystems zugesprochen [3]. Allerdings wurde in Simulationsexperimenten auch beobachtet, dass eine Veränderung der Fahrzeug-Zuordnung von angenommenen Aufträgen (Re-Allokation) insgesamt sogar zu einer Reduzierung von Erlösen und damit zu Profitschmälerungen führen kann [6]. In diesem Artikel wollen wir die Gründe für dieses unerwünschte Systemverhalten hinterfragen und stellen in diesem Zusammenhang die folgende (allgemeine) Forschungsfrage: *Sollten einmal getroffene Entscheidungen über die Zuordnung von akzeptierten Aufträgen zu Fahrzeugen beibehalten (geschützt) werden oder sollten diese Zuordnungsentscheidungen im Rahmen einer rollierenden Planung verändert werden dürfen?*

Die vorgenannten Beobachtungen motivieren die folgenden Forschungshypothesen, die im Rahmen dieses Artikel für ein dynamisches Auftragsannahme-Szenario aus dem Straßengüterverkehr überprüft werden sollen: *Falls die Auftragsannahme aufgrund von Profitabilitätsüberlegungen erfolgt, so ist eine Veränderung einer initial getroffenen Ressourcenallokation nicht vorteilhaft ( $H_1$ ). Falls solche Allokations-Modifikationen nicht komplett verhindert werden können, so sollte die Anzahl dieser Modifikationen möglichst klein sein ( $H_2$ ).*

Zunächst wird das untersuchte dynamische Auftragsannahme-Szenario aus der Transportlogistik vorgestellt (Abschnitt 2). Ein Kapazitätssteuerungs-System, dass die Profitabilität eintreffender Auftragsanfragen überprüft wird in Abschnitt 3 skizziert. Re-Allokationsstrategien für flexible Produkte werden in Abschnitt 4 vorgestellt. Simulationsexperimente und Ergebnisse sind Gegenstand von Abschnitt 5.

## 2 Dynamische Entscheidung für die Annahme von Aufträgen

Zunächst wird der Begriff „Kapazitätssteuerung“ erläutert (Unterabschnitt 2.1). Anschließend erfolgt die Skizzierung des untersuchten Entscheidungsproblems (Unterabschnitt 2.2). Die Vorstellung des Konzepts der parameterbasierten Auftragsannahme-Entscheidung wird in Unterabschnitt 2.3 durchgeführt. Dieser Abschnitt schließt mit der Beschreibung der Bestimmung und der Aktualisierung der benötigten Parameter für die Auftragsannahme (Unterabschnitt 2.4).

### 2.1 Kapazitätssteuerung

Unter dem Begriff Kapazitätssteuerung werden Entscheidungsunterstützungswerkzeuge für Auftragsannahme-Entscheidungen zusammengefasst, die auf mathematischen Modellen basieren [8]. Zwei generelle Ansätze werden in der Literatur beschrieben und untersucht. Einerseits werden Kontingente festgelegt, die die maximal erlaubte Anzahl von Anfragen für ein Produkt bestimmen [4]. Eine Auftragsanfrage wird akzeptiert, solange das festgelegte Kontingent noch nicht ausgeschöpft ist. Andererseits werden Opportunitätskosten („Bid-Prices“) für die Nutzung von Ressourcen bestimmt, die zur Profitabilitätsprüfung einer Auftragsanfrage herangezogen werden [2]; eine Anfrage wird akzeptiert, falls die mit ihr verbundenen Erträge die berechneten Opportunitätskosten übersteigen und falls noch ausreichend Kapazität für die Auftragsausführung verfügbar ist. Jeder Auftrag wird somit

einer individuellen Profitabilitätsprüfung unterzogen. Dies ist bei der Kontingent-basierten Kapazitätssteuerung nicht der Fall. In diesem Artikel wird eine Bid-Price-basierte Kapazitätssteuerung vorgeschlagen und untersucht.

## 2.2 Problembeschreibung

Nachfolgend wird eine Kurzdarstellung des untersuchten dynamischen Auftrags-Aannahmeentscheidungs-szenarios gegeben, das im Rahmen dieser Arbeit untersucht wird [6]. Ein Frachtführer (der Transport-Dienstleister) muss sukzessive über die Annahme von Auftragsanfragen von Kunden für Frachttransporte entscheiden. Jeder dieser Aufträge umfasst die Nachfrage nach einem Transport einer unteilbaren Gütermenge durch ein Netzwerk  $N:=(V,A)$ , das durch verschiedene in der Menge  $V$  zusammengefasst Aufladepunkte („Pickup Points“) und Entladepunkte („Delivery Points“) sowie einer Menge  $A$  von gerichteten Transportverbindungen (Pfeilen) zwischen ausgewählten Punktpaaren aus  $V$  gebildet wird.

Das Netzwerk  $N$  wird durch vorab festgelegte Transportservices, die in  $N$  ablaufen, definiert. Grundlage der Definition dieser Services sind langfristige Verträge mit verschiedenen Kunden, die regelmäßig einen Besuch durch Fahrzeuge des betrachteten Frachtführers erfordern. Dadurch werden langfristig vereinbarte sog. reguläre Transportleistungen erbracht. Die betrachteten Services werden in der Menge  $S$  gesammelt. Jeder Service  $s \in S$  wird durch ein Fahrzeug mit der Gesamtladekapazität  $CAP_s$  realisiert.

Eine Route ist eine Sequenz von Transportabschnitten und ein Transportabschnitt beinhaltet keine Zwischenstopps für Be-, Ent-, oder Umladeaktivitäten. Jeder Transportabschnitt entspricht genau einem Pfeil  $a \in A$ . Falls mehrere Fahrzeuge den gleichen Transportabschnitt bedienen, so werden dafür parallele Pfeile in  $A$  vorgehalten. Ein Transportabschnitt  $a \in A$  wird als **Ressource** interpretiert und  $C(a)$  bezeichnet die Kapazität der Ressource, die durch  $C(a):=CAP_{s(a)}$  initialisiert wird, wobei  $s(a)$  den Service aus  $S$  bezeichnet, der entlang  $a$  fährt.

Ein **Produkt**  $p$  im Netzwerk  $N$  ist ein geordnetes Paar zweier Knoten  $p:=(u,v) \in V \times V$ , wobei mindestens ein Service  $s \in S$  Güter am Knoten  $u$  aufnimmt, ohne Umladung diese Güter zum Knoten  $v$  transportiert und dort vollständig ablädt. Alle Produkte werden in der Menge  $P$  zusammengefasst. Der binäre Parameter  $SPR(s,p,a)$  ist genau dann 1 wenn Service  $s \in S$  das Produkt  $p \in P$  bedient und dabei die Ressource  $a \in A$  nutzt.

Ein **Auftrag**  $r$  drückt die unteilbare Nachfrage nach einem Produkt  $p:=P(r) \in P$  aus. Der Frachtführer erwartet einen Erlös  $REV(P(r))$  durch die Erfüllung von  $r$ .

## 2.3 Parameter-basierte Auftragsannahme-Entscheidungen

Für jeden sog. *Spot-Markt*-Auftrag, der nicht im Rahmen eines langfristigen Vertrags erfüllt werden muss, kann der Frachtführer frei über die Annahme entscheiden. Er muss dies jedoch sofort nach Übermittlung der entsprechenden Kunden-Anfrage tun. Das Ziel des Frachtführers ist es, aus allen ankommenden Anfragen diejenigen herauszufiltern, die nach unumkehrbarer Annahme die (knappen) Ressourcen am profitabelsten nutzen.

Zu einem Zeitpunkt innerhalb der Buchungs-(bzw. Verkaufs-)Phase erhält der Frachtführer einen oder mehrere Auftragsanfragen aus dem Spot-Markt. Deren Ankunft initiiert einen sog. Request-Cycle (Bild 1). Der Frachtführer muss nun sofort (d.h. bevor weitere Aufträge

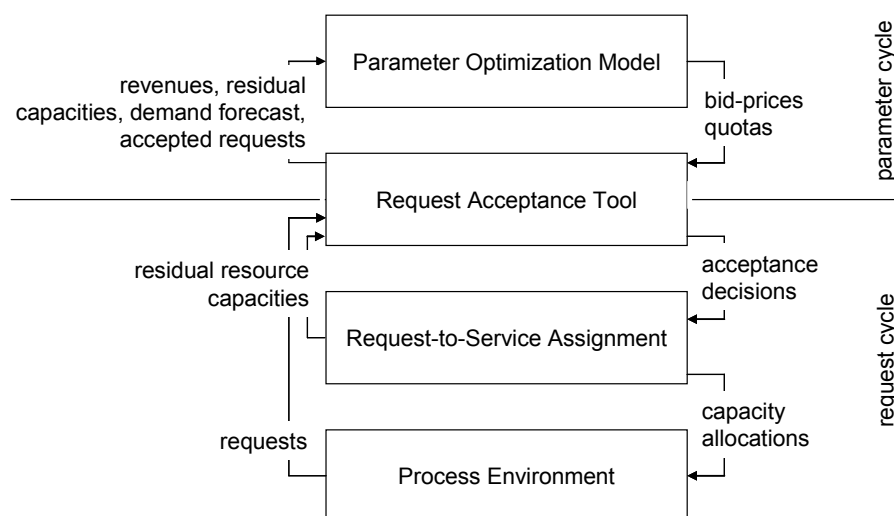
bekannt werden) entscheiden, ob ein soeben angekommener Auftragsvorschlag angenommen oder abgelehnt wird.

Zwar kann der Frachtführer eine einmal angenommene Nachfrage  $r$  nach einem flexiblen Produkt  $P(r)$  nicht mehr zurückgeben, aber er kann für die Ausführung von  $r$  einen Servicewechsel durchführen, falls ein anderes Fahrzeug über ausreichend Kapazität verfügt.

Bei ausreichenden Kapazitäten entscheidet sich der Frachtführer zum Zeitpunkt  $t^k$  für die Akzeptanz einer Auftragsanfrage  $r$ , dann und nur dann, falls die resultierenden Opportunitätskosten (der „Bid-Price“ des Auftrags  $r$ )  $BP^k(r)$  geringer sind als der Erlös  $REV(P(r))$ , der durch die Annahme von  $r$  erzielt wird, d.h. falls  $REV(P(r)) \geq BP^k(r)$ . Das sog. **Request Acceptance Tool** (Bild 1) wendet diese Akzeptanzregel an.

Nach erfolgter Annahmeentscheidung beauftragt das Request Acceptance Tool die **Request-to-Service-Assignment**-Komponente des Kapazitätssteuerungssystems mit der (vorläufigen) Auswahl eines geeigneten Services (Fahrzeugs). Die Assignment-Komponente allokiert (d.h. reserviert) für alle bisher akzeptierten Aufträge Ressourcenanteile auf jeweils passenden Fahrzeugen und weist ggf. Aufträge für flexible Produkte einem anderen Fahrzeug zu. Abschließend meldet die Assignment-Komponente die verbleibenden und disponierbaren Kapazitäten an das Request Acceptance Tool zurück.

Die Akzeptanz- und Ablehnungsentscheidungen werden abschließend an die Kunden in der (volatilen) **Prozess-Umgebung** zurückgemeldet. Sobald ein oder mehrere weitere Auftragsanfragen eintreffen, wird der nächste Request Cycle initiiert.



**Bild 1: Kapazitätssteuerung mit Parameter-basierter Auftragsannahme**

## 2.4 Modell-basierte Aktualisierung der Annahme-Parameter

Die Bid-Prices bewerten die aktuell noch verfügbaren Ressourcen. Nach der Annahme eines Auftrags verringern sich die Restkapazitäten und müssen daher aktualisiert werden. Da auch nach erfolgter Ablehnung eines Auftrags die zukünftig zu erwartenden Aufträge weniger werden, muss überprüft werden, ob es zukünftig sinnvoller ist, die Ressourcennutzung weiterhin hinauszuzögern (in der Hoffnung, profitablere als die aktuell bekannten Auftragsanfragen zu erhalten). Zunächst muss der Frachtführer die ab dem Zeitpunkt  $t^k$  noch erwartete Nachfrage („Demand-to-Come“)  $DTC^k(p)$  für alle Produkte  $p \in P$  bestimmen und die

Anzahl  $Y^k(p)$  der bereits für das Produkt  $p$  angenommenen Aufträge bestimmen. Für die Aktualisierung der Bid-Prices wird durch das Request Acceptance Tool ein **Parameter Cycle** initiiert (Bild 1). Unter Verwendung der vorab beschriebenen Daten können die aktualisierten Bid-Prices nun durch die Lösung des nachfolgend beschriebenen *Deterministic Linear Program* (DLP) approximiert werden. Das DLP ermittelt eine Ressourcen-Allokation, mit der unter Beachtung der noch erwarteten Auftragsanfragen und der knappen Ressourcen die insgesamt erwarteten Erlöse maximiert werden. Aus einer optimalen zulässigen Lösung des DLP können Approximationen der neuen Bid-Prices abgeleitet werden. Daher wird die zum Zeitpunkt  $t^k$  zu lösende Instanz  $M^k$  des DLP als *Parameter-Optimierungs-Modell* (PO-Modell) zum Zeitpunkt  $t^k$  bezeichnet. Falls zur Lösung von  $M^k$  ein Simplex-Verfahren verwendet wird, so können aus einem optimalen Simplextableau die sog. Schattenpreise  $sp^k(a)$  für alle Ressourcen  $a \in A$  abgelesen werden [9]. Diese stellen Opportunitätskosten für die Nutzung je einer Kapazitätseinheit dar und können somit als Bid-Price  $BP^k(a)$  für die Ressource  $a \in A$  verwendet werden.

Das Online-Entscheidungsmodell  $M = (M^1, M^2, \dots, M^{N^{replan}})$  [7] stellt somit ein dynamisches Bid-Price-Aktualisierungsproblem dar. Ein Parameter Cycle wird unabhängig von der Ankunft neuer Aufträge angestoßen. Dafür werden  $N^{replan}$  Aktualisierungszeitpunkte für die Bid-Prices gleichmäßig über die Buchungsperiode, in der Anfragen akzeptiert werden, verteilt. Sobald ein solcher Aktualisierungszeitpunkt erreicht ist, wird der Parameter Cycle initiiert und damit einerseits die gespeicherten Bid-Prices der Ressourcen aktualisiert. Daneben werden auch service-spezifische Kontingente  $Q(p,s)$  ( $p \in P, s \in S$ ) für die einzelnen Produkte festgelegt und an die aktuelle Auslastung und die erwartete Nachfrage angepasst.

Für die Definition der zum Zeitpunkt  $t^k$  genutzten Instanz  $M^k$  des PO-Modells nutzen wir die zwei Entscheidungsvariablen-Familien  $y_p^k$  ( $p \in P$ ) und  $z_{p,s}^k$  ( $p \in P, s \in S$ ), die die Kontingente für die einzelnen Produkte ( $y$ -Variablen) bzw. deren Aufteilung auf die verfügbaren Services (die  $z$ -Variablen) codieren.

$$\sum_{p \in P} REV(p) \cdot y_p^k \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{p \in P} SPR(s(a), p, a) \cdot z_{p,s(a)}^k \leq C(a) \quad \forall a \in A \quad (2)$$

$$\sum_{s \in S} z_{p,s}^k = y_p^k \quad \forall p \in P \quad (3)$$

$$y_p^k \geq Y^k(p) \quad \forall p \in P \quad (4)$$

$$y_p^k \leq Y^k(p) + DTC^k(p) \quad \forall p \in P \quad (5)$$

$$y_p^k, z_{p,s}^k \geq 0 \quad \forall p \in P, s \in S \quad (6)$$

Die Summe der erwarteten Erlöse wird maximiert (1), in dem für jedes Produkt  $p$  die Anzahl  $y_p^k$  der anzunehmenden Aufträge bestimmt wird. Gallego et al. [1] schlagen die linearen Nebenbedingungen (2) - (6) zur Codierung der zulässigen Kontingente vor. Die Nebenbedingungen (2) limitieren die genutzten Ressourcenkapazitäten. Jeder angenommene Auftrag muss einem Service zugeordnet werden (3) und es wird sichergestellt, dass für jeden bereits angenommenen Auftrag ein passender Service verfügbar ist (4). Es können nicht mehr Aufträge akzeptiert werden, wie noch erwartet werden (5). Klein [2] führt aus, dass die explizite Berücksichtigung von Ganzzahligkeitsbedingungen für die Entscheidungsvariablen nicht notwendig ist.

Aus dem optimierten Tableau des Modells (1) - (6) können die Schattenpreise der Ressourcen  $sp^k(a)$  aus der Zielfunktionszeile abgelesen werden. Sie stehen dort in der Spalte, die zur Schlupfvariablen der jeweiligen Kapazitätsrestriktion der Ressource  $a$  (2) gehört. Wir aktualisieren die Quoten  $Q(p,s)$  durch die Zuweisung  $Q(p,s) := z_{p,s}^k$  für alle Produkte  $p \in P$  und alle Services  $s \in S$ . Schließlich werden die Bid-Prices durch die Zuweisung  $BP(a) := sp^k(a)$  für alle  $a \in A$  aktualisiert.

### 3 Umsetzung der Bid-Price-basierten Kapazitätssteuerung

Die Routine *capacity\_control()*, deren Pseudocode in Bild 2 gezeigt wird, wird zur Bearbeitung des Online-Modells  $(M^1, \dots, M^{N^{replan}})$  angerufen.

Zunächst wird das Netzwerk und der Buchungszeitraum spezifiziert (a). Anschließend werden die Systemzeit (b) und die Menge der akzeptierten Aufträge initialisiert (c). Falls die Buchungsperiode noch nicht beendet ist (d), so wird zunächst überprüft, ob ein Parameter-Update notwendig ist (e). In diesem Fall wird die aktuelle PO-Modell-Instanz erstellt (f), gelöst und die Bid-Prices aktualisiert (g). Anschließend wird auf eintreffende Aufträge gewartet (i). Sobald diese eintreffen, werden sie in *REQ* gespeichert (j) und die aktuelle Zeit festgehalten (k). Nun entscheidet das Request Acceptance Tool über die neu eingetroffenen Aufträge (l). Anschließend wird für die angenommenen Aufträge eine (vorübergehende) Ressourcen-Allokation durchgeführt (m). Die Annahme-Entscheidungen werden an die Kunden weitergegeben (n) und die Menge der angenommenen Aufträge entsprechend ergänzt (o). Anschließend wird der Parameter Cycle beendet (s). Falls die Buchungsperiode beendet ist, wird die Prozedur verlassen (q).

Die Funktion *process\_by\_bp()* realisiert das Request Acceptance Tool. Sie sortiert zunächst die neuen Aufträge (anhand eindeutiger ID-Werte) und entscheidet anschließend sukzessive über die wartenden Auftragsanfragen. Ein Auftrag wird angenommen, falls mindestens ein Service existiert, der ausreichend Kapazitäten bereitstellen kann und dessen Bid-Price geringer als der Erlös dieses Auftrags ist. Falls mehrere Services diese Bedingungen erfüllen, so wird der momentan behandelte Auftrag vorübergehend dem Service zugeteilt, der den geringsten Bid-Price unter den in Frage kommenden Kandidaten ausweist (Petrick et al., 2010a).

```

(a)  procedure capacity_control( $N, T^{max}$ );
(b)     $current\_time := 0$ ;
(c)     $ACC := \emptyset$ ;
(d)    if (  $current\_time < T^{max}$  ) then
(e)      if (parameter_cycle_required) then
(f)         $M := \text{define\_parameter\_optimization\_model}(ACC)$ ;
(g)         $(BP) := \text{get\_control\_parameters}(M)$ ;
(h)      end;
(i)      wait for incoming requests();
(j)       $REQ := \text{fetch\_waiting\_requests}$ ();
(k)       $current\_time := \text{get\_current\_time}$ ();
(l)       $\text{process\_by\_bp}(REQ, N, BP, CAP)$ ;
(m)       $CAP := \text{make\_tentative\_assignment}(ACC, N)$ ;
(n)       $\text{propagate\_decisions}$ ();
(o)       $\text{update}(ACC)$ ;
(p)    Else
(q)       $\text{exit}$ ();
(r)    end;
(s)    goto (d);

```

**Bild 2:** Pseudocode des Kapazitätssteuerungs-Systems

## 4 Zuweisung von Aufträgen zu Fahrzeugen

Unmittelbar nach erfolgter Annahme wird für einen Auftrag ein ausführender Service ausgewählt. Eine mögliche Strategie besteht nun darin, diesen Service bis zum Ende der Buchungsphase beizubehalten (*NOFLEX*). Für Aufträge, die ein flexibles Produkt nachfragen, ist es aber möglich, die für die Auftragsausführung vorgesehenen Fahrzeuge (Services) einmal oder mehrmals zu ändern. Darüber entscheidet die Prozedur *make\_tentative\_assignment*( $ACC, N$ ), deren Funktionsweise im Folgenden beschrieben wird.

### 4.1 Zulässige Allokationen

Zum Zeitpunkt  $t^k$  muss jeder akzeptierte Auftrag einem der im Netzwerk  $N$  operierenden Services zugewiesen werden. Da die verfügbare Kapazität knapp ist, erfolgt diese Zuweisung modellbasiert durch Lösung eines ganzzahligen linearen Optimierungsmodells. Sei  $x_{rs}^k$  ( $r \in ACC, s \in S$ ) eine Familie binärer Entscheidungsvariablen. Wir definieren  $x_{rs}^k = 1$  genau dann wenn der Auftrag  $r$  zum Zeitpunkt  $t^k$  dem Service  $s$  zugewiesen wird. In einem Preprocessing-Schritt wird der Wert der binären Indikatoren  $\rho(r, s)$  *derart festgelegt*, dass  $\rho(r, s) = 1$  ist, genau dann wenn der Service  $s$  den Auftrag  $r$  ausführen kann, da er das Produkt  $P(r)$  anbietet. Die Kapazität der Ressource  $a \in A$  ist beschränkt durch  $C(a)$ .

$$\sum_{s \in S} x_{rs}^k = 1 \quad \forall r \in ACC \quad (7)$$

$$x_{rs}^k \leq \rho(r, s) \quad \forall r \in ACC, s \in S \quad (8)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{r \in ACC} SPR(s(a), P(r), a) \cdot x_{rs}^k \cdot cap(r, a) \leq C(a) \quad \forall a \in A \quad (9)$$

$$x_{rs}^k \in \{0,1\} \quad \forall r \in ACC, s \in S \quad (10)$$

Jede Zuordnung von Aufträgen zu Fahrzeugen (Services) ist zulässig, solange die Restriktionen (7) – (10) eingehalten werden. Eine Partition der angenommenen Aufträge auf die vorhandenen Fahrzeuge wird durch die Nebenbedingung (7) sichergestellt. Solange (8) beachtet wird, ist sichergestellt, dass eine getroffene Zuordnung auch realisierbar ist. Die Restriktion (9) muss erfüllt sein, damit der Ressourcenbedarf der einem Fahrzeug zugewiesenen Aufträge nicht dessen maximal verfügbare Kapazität überschreitet. Schließlich können Aufträge nicht geteilt werden (10).

Nachfolgend beschreiben wir zwei Strategien zur Auswahl von Zuordnungen vor, bei der die Zuweisung von Aufträgen, die flexible Produkte nachfragen, in jedem Request Cycle geändert werden kann. Einerseits schlagen wir vor, eine möglichst geringe Kosten verursachende Zuordnung auszuwählen (*FLEX-BP*). Andererseits schlagen wir vor, nur dann Zuordnungen zu ändern, falls dies aus Kapazitätsgründen nicht verhindert werden kann (*FLEX-PA*).

#### 4.2 Bid-Price-basierte Erst- und Neuzuordnung

Bei der Nutzung der Zuordnungsstrategie *FLEX-BP* werden zunächst die Kosten  $BP(r, s)$  für die Zuordnung des Auftrags  $r$  zum Service  $s$  bestimmt und anschließend die gesamten Zuordnungskosten aller Aufträge minimiert (11). Die Kosten  $BP(r, s)$  werden durch Summation der aktuellen Bid-Prices  $BP(r)$  der bei Auswahl des Service  $s$  zur Erfüllung von  $r$  benötigten Ressourcen, festgelegt. Bei der Kostenminimierung werden die Nebenbedingungen (7) – (10) respektiert.

$$\sum_{r \in ACC} \sum_{s \in S} BP(r, s) \cdot x_{rs}^k \rightarrow \min \quad (11)$$

#### 4.3 Re-Allokation bei minimaler Zuordnungsänderung

Die Motivation für die Definition der zweiten Zuordnungsstrategie *FLEX-PA* („Preserve Assignment“) besteht darin, einmal getroffene Zuordnungsentscheidungen möglichst beizubehalten. Für die Implementierung dieser Strategie wird die Zielfunktion (11) des Zuordnungsmodells durch die Zielfunktion (12) ersetzt. Der binäre Koeffizient  $C(r, s)$  ist 1, falls Auftrags  $r$  zuletzt dem Service  $s$  zugeordnet wurde, ansonsten wird  $C(r, s)$  auf „0“ gesetzt.



$$\sum_{r \in ACC} \sum_{s \in S} C(r, s) \cdot x_{rs}^k \rightarrow \max \quad (12)$$

## 5 Simulationsexperimente

In diesem Abschnitt wird über durchgeführte Simulationsexperimente unter Verwendung des vorgeschlagenen PO-Modells sowie der (Re-)Allokationsstrategien berichtet. Zunächst wird der Aufbau der Experimente skizziert (Unterabschnitt 5.1). Anschließend werden ausgewählte Ergebnisse präsentiert und interpretiert (Unterabschnitt 5.2).

### 5.1 Beschreibung der Experimente

Das vorgeschlagene Kapazitätssteuerungs-System wird für die Bearbeitung der in [5] definierten Auftragseingangsströme genutzt. Die Ankunft der Aufträge folgt einem nicht-homogenen Poissonprozess mit der höchsten Ankunftsintensität zur Hälfte der Buchungsperiode.

Fünf Fahrzeuge bieten insgesamt 5 Services an und verbinden dabei 18 Be- bzw. Entladeorte. Es werden 32 Ressourcen mit einer Kapazität von jeweils 50 Einheiten angeboten. Durch diese Services werden 106 Produkte, davon 32 flexible Produkte, angeboten. Jeder untersuchte Eingangsstrom umfasst 1250 sukzessive bekanntwerdende Aufträge. Wir betrachten drei unterschiedliche Auftragsströme  $\omega \in \{1, 2, 3\}$ .

Durch die Festlegung der (Re-)Allokationsstrategie  $\Phi \in \{NOFLEX, FLEX-BP, FLEX-PA\}$  sowie der Parameter-Aktualisierungs-Zeitpunkte  $N^{replan} \in N^* = \{10, 50, 100, 200, 500, 1000\}$  wird eine Konfiguration  $(\Phi, N^{replan})$  des Kapazitätssteuerungssystems definiert. Insgesamt werden  $3 \cdot 6 = 18$  verschiedene Konfigurationen in  $3 \cdot 18 = 54$  Simulationsexperimenten erprobt. Um einen Selektionsdruck zu simulieren, wird in den Experimenten die zukünftige Auftragsnachfrage um 10% unterschätzt.

Sei  $T^*$  die Menge aller Parameter-Update-Zeitpunkte. Für eine gegebene Konfiguration  $r(t, \Phi, N^{replan})$  berechnen wir zunächst die bis zum Zeitpunkt  $t$  realisierte Summe der durch die angenommenen Aufträge erzielten Erlöse  $r(t, \Phi, N^{replan})$ . Sei nun  $r^{max}$  das Maximum der Menge  $\{r(t, \Phi, N^{replan}) | t \in T^*, \Phi \in \{FLEX-BP, FLEX-PA\}, N^{replan} \in T^*\}$  und  $r^{min}$  das entsprechende Minimum in der Menge. Die skalierte Summe der bis zum Zeitpunkt  $t$  kumulierten Erlöse  $r^*(t, \Phi, N^{replan})$  für die Konfiguration  $(\Phi, N^{replan})$  ist dann definiert durch  $r^*(t, \Phi, N^{replan}) := (r(t, \Phi, N^{replan}) - r^{min}) / (r^{max} - r^{min})$ . Diese Werte oszillieren zwischen 0 und 1.

Die Bid-Prices  $BP(r, s)$  wurden auf der Basis einer Lösung des DLP (1) – (6) berechnet. Sie sind bei Beachtung der zugehörigen Kontingente  $Q(r, s)$  optimal. Allerdings wird bei der Bid-Price-basierten Auftragsannahme nicht überprüft, ob diese Kontingente eingehalten werden. Daher ist es möglich, dass mehr Aufträge angenommen werden, als bei der Festlegung der Bid-Prices vorgesehen wurde. Wir vermuten, dass die Nichtberücksichtigung der mit der Lösung des DLP (1) – (6) verbundenen Kontingente möglicherweise zu einer Reduktion der insgesamt erzielten Erlöse führt. Daher beobachten wir den Anteil der Zuordnungen  $(r, s)$  unter allen tatsächlich durchgeführten Zuordnungen  $(r, s)$ , die über die optimalen Kontingente  $Q(r, s)$  hinausgehen. Wir speichern diesen Wert in  $o(t, \Phi, N^{replan})$ . Anschließend werden die für eine Konfiguration beobachteten Werte in das

Intervall  $[0;1]$  skaliert, in dem die skalierten Anteile der Quotenüberschreitung  $o^*(t, \Phi, N^{\text{replan}})$  berechnet werden.

## 5.2 Ergebnisse

Die Anwendung von *NOFLEX* führt zu höheren Erlösen als die Anwendung der beiden Konfigurationen mit Neuzuweisung (Tabelle 1). Diese Beobachtung wird für alle Update-Häufigkeiten bestätigt. Die höchsten Erlöse werden erzielt, falls die Änderung von Allokationsentscheidungen verboten wird (*NOFLEX*) und nur wenige Parameter-Update-Zyklen durchgeführt werden. Aus diesen Beobachtungen schließen wir, dass eine Beibehaltung einmal getroffener Allokations-Entscheidungen vorteilhaft ist. Diese Schlussfolgerung wird durch die Beobachtung gestützt, dass die tendenziell zuordnungsbewahrende Strategie *FLEX-PA* zu deutlich besseren Ergebnissen als die *FLEX-BP*-Strategie führt und letztere Strategie einmal getroffene Zuordnungsentscheidungen überhaupt nicht zu bewahren versucht.

$\Phi$	$N^{\text{replan}}$					
	10	50	100	200	500	1000
<i>NOFLEX</i>	1,00	0,90	0,89	0,86	0,93	0,95
<i>FLEX-BP</i>	0,28	0,03	0,00	0,21	0,42	0,29
<i>FLEX-PA</i>	0,48	0,10	0,31	0,23	0,49	0,33

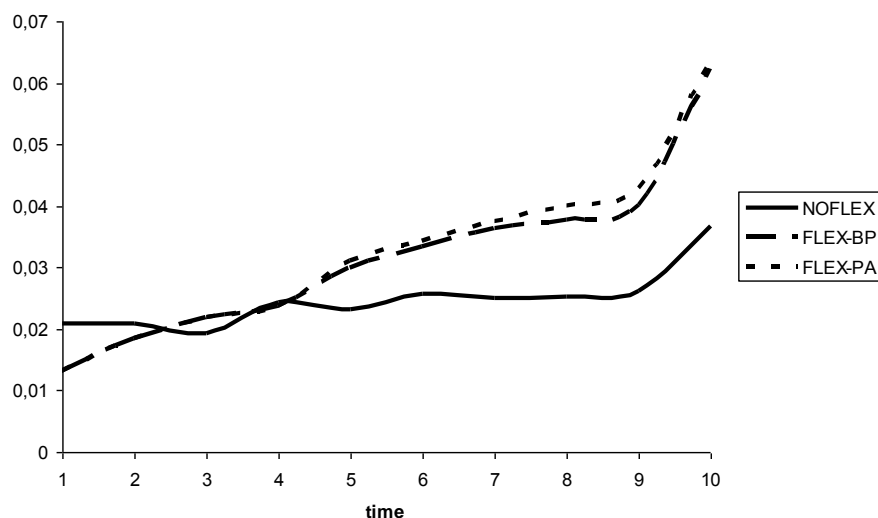
**Tabelle 1: Skalierte kumulierte Erträge  $r^*(1.0, \Phi, N^{\text{replan}})$**

$\Phi$	$N^{\text{replan}}$					
	10	50	100	200	500	1000
<i>NOFLEX</i>	0,58	0,10	0,05	0,02	0,01	0,00
<i>FLEX-BP</i>	0,98	0,51	0,52	0,46	0,46	0,49
<i>FLEX-PA</i>	1,00	0,53	0,49	0,48	0,47	0,49

**Tabelle 2: Skalierte Anteile der Kontingent-überschreitenden Zuordnungen  $o^*(1.0, \Phi, N^{\text{replan}})$**

Wir wollen herausfinden, warum die Modifikation von Allokations-Entscheidungen die Erlösmaximierung beeinträchtigt. Wir vermuten, dass die Bid-Price-basierte Auftragsannahme ohne Konsultation der zugehörigen Kontingente die Bid-Prices verfälscht und zu niedrig werden lässt. Daher werden Aufträge mit zu geringen Erlösen akzeptiert. Die für diese fälschlicherweise angenommenen Aufträge allokierten Ressourcen stehen dann für später eintreffende hochprofitable Aufträge nicht mehr zur Verfügung, so dass hier eine Erlös-Verdrängung stattfindet. Tabelle 2 stellt die beobachteten skalierten Anteile der Kontingent-Überschreitungen  $o^*(1.0, \Phi, N^{\text{replan}})$  zusammen. Zunächst stellen wir fest, dass *NOFLEX* zu deutlich weniger Kontingent-Überschreitungen führt als *FLEX-BP* bzw. *FLEX-PA*, d.h. *NOFLEX* respektiert die Kontingente im größeren Umfang als die beiden anderen Strategien. Dies scheint ein erster Hinweis zu sein, dass die häufigere Überschreitung der Kontingente sich negativ auf die Summe der Erlöse auswirkt. Allerdings konnte bei einer Bid-Price-basierten Auftragsannahme mit Bewahrung der Kontingente keine signifikante Leistungssteigerung von *FLEX-BP*- und *FLEX-PA*-Konfigurationen im Vergleich zu *NOFLEX* beobachtet werden.

Um weitere Hinweise für die Gründe des unterschiedlichen Verhaltens der drei Strategien zu erhalten, haben wir die Entwicklung der Kontingentüberschreitungen  $o(t, \Phi, N^{replan})$  während einer Buchungsperiode beobachtet. Bild 3 zeigt die beobachteten Werte für  $o(t, \Phi, 10)$ . Die Strategie *NOFLEX* hält die Überschreitungen der Quoten für die ersten 90% der Buchungsperiode stabil. Demgegenüber wachsen  $o(t, FLEX-PA, 10)$  sowie  $o(t, FLEX-BP, 10)$  kontinuierlich im Verlauf der Buchungsperiode. Bereits nachdem 40% der Buchungsperiode abgewickelt wurden, führen die beiden letztgenannten Strategien zu mehr Kontingentüberschreitungen als durch *NOFLEX* verursacht werden. Während bei *NOFLEX* maximal 4% aller Allokationen nicht mit den Kontingenten kompatibel sind, ist dies sowohl bei *FLEX-BP* als auch bei *FLEX-PA* in über 6% aller Allokationen der Fall.



**Bild 3:** Anteil der Überschreitungen der Kontingente  $o(t, \Phi, 10)$

Vergleichbare Ergebnisse haben wir in Experimenten mit einer sehr hohen Parameter-Aktualisierungs-Häufigkeit beobachtet (Bild 4). Bei der Anwendung von *NOFLEX* können keine Kontingentüberschreitungen festgestellt werden. Falls Änderungen der Allokations-Entscheidungen möglich sind (*FLEX-BP*, *FLEX-PA*), dann steigt die Häufigkeit der Kontingentüberschreitungen im Verlauf der Buchungsperiode auf bis zu 2.5% an. Überraschenderweise werden bei Anwendung von *FLEX-PA* mehr Überschreitungen festgestellt als bei der Verwendung von *FLEX-BP*. Die Erhöhung der Update-Häufigkeit und damit eine genauere Berechnung der Bid-Prices führen somit zu einer relativen Abnahme der Überschreitung von Kontingenten.

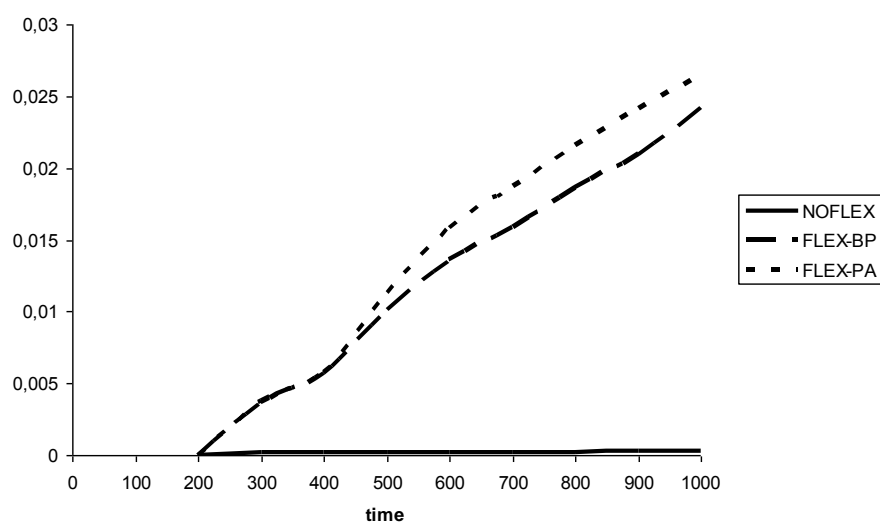
## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Unsere Untersuchungen dynamischer Auftragsannahme-Situationen führten zu folgenden (Zwischen-)Ergebnissen: (i) Modifikationen einmal getroffener Zuweisungen von Aufträgen zu Fahrzeugen sollten vermieden werden, um Erlösverlusten vorzubeugen. Dieses Resultat bestätigt die einleitend formulierte Forschungshypothese  $H_1$ . (ii) Anstelle von Änderungen der Zuweisung von Aufträgen zu Fahrzeugen ist es vorteilhafter, die Parameter der Annahmeregeln häufiger zu aktualisieren. (iii) Falls Änderungen der Zuordnung von Aufträgen zu Fahrzeugen (beispielsweise aus Kapazitätsgründen) nicht vollständig

vermieden werden können, so sollte die Anzahl der Modifikationen auf eine minimal mögliche Anzahl beschränkt werden. Diese Beobachtung bestätigt die eingangs formulierte Hypothese  $H_2$ .

Als nächstes werden Untersuchungen über die Auswirkungen von Vorhersagefehlern durchgeführt. Des Weiteren werden die Einflüsse der Häufigkeit flexibler Produkte im Produktportfolio analysiert. Schließlich werden weitere Allokationsstrategien entwickelt und erprobt.

**Danksagung:** Dieser Forschungsbeitrag wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 637 "Selbststeuerung logistischer Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen" im Rahmen des Teilprojekts B7 unterstützt.



**Bild 4:** Anteil der Überschreitungen der Kontingente  $\alpha(t, \Phi, 1000)$

## 7 Literatur

- [1] Gallego, G., Iyengar, G., Phillips, R., Dubey, A. (2004): Managing flexible products on a network. Technical report TR-2004-01, Columbia University, Ithaca, United States.
- [2] Klein, R. (2007): Network capacity control using self-adjusting bid-prices, OR Spectrum, Vol. 29, pp. 39-60.
- [3] Petrick, A., Steinhardt, C., Gönsch, J. and Klein, R. (2010): Using flexible products to cope with demand uncertainty in revenue management, OR Spectrum, DOI: 10.1007/s00291-009-0188-1
- [4] Rehkopf, S. (2006): Revenue Management-Konzepte zur Auftragsannahme bei kundenindividueller Produktion, DUV.
- [5] Schönberger, J., Kopfer, H. (2011): Approaching the application borders of network capacity control in road haulage, in Hülsmann, M., Scholz-Reiter, B. Windt, K. (Eds.), Limitations of Autonomous Cooperation and Control in Logistics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

- [6] Schönberger, J., Kopfer, H. (2011): Revenue management in road-based freight transportation – impacts of uncertainty of capacity consumption, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, accepted for publication
- [7] Schönberger, J., Kopfer, H. (2009): Online decision making and automatic decision model adaptation. Computers & Operations Research, 36, 1740-1750.
- [8] Talluri, K. and van Ryzin, G.J. (2005): The theory and practice of revenue management, Springer.
- [9] Taha, M.A. (2007): Operations Research, 8th edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.



# Modellgetriebene ad-hoc Integration von Logistikdienstleistern – Integrationsansatz und Prototyp

**Robert Kunkel, André Ludwig, Bogdan Franczyk**

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Grimmaische Str. 12, 04109 Leipzig,  
E-Mail: {kunkel, ludwig, franczyk}@wifa.uni-leipzig.de

## Abstract

Der Logistikdienstleistungssektor ist durch arbeitsteilige sowie kurz-, mittel- und langfristige Zusammenarbeit gekennzeichnet. Insbesondere Fourth Party Logistics (4PL) stehen permanent vor der Aufgabe unterschiedliche Logistikdienstleister und damit auch deren Informationssysteme ad-hoc und medienbruchfrei in unternehmensübergreifende Informationsflüsse zu integrieren. Dieser Beitrag stellt verschiedene logistikspezifische Integrationsvarianten, einen modellgetriebenen Integrationsansatz sowie ein Lösungskonzept auf Basis der Logistik Service Engineering & Management (LSEM)-Plattform vor. Die Umsetzung eines hierfür entwickelten Prototyps veranschaulicht das Lösungskonzept.

## 1 Einleitung

Das Managementkonzept und Unternehmensmodell Fourth-Party Logistics (4PL) wurde 1996 vom Beratungsunternehmen Accenture erstmals benannt und definiert. Ein Logistikdienstleister vom Typ 4PL fasst Dienstleistungsangebote verschiedener anderer Logistikdienstleister (LD) zu einer komplexen Gesamtdienstleistung zusammen und koordiniert die Arbeit in den Lieferketten, ohne eigene logistische Ressourcen wie Fuhrpark oder Lagerhaus zu besitzen (siehe [2]). Ein 4PL stellt seine angebotenen Dienstleistungen somit ausschließlich aus den Angeboten von sogenannten Second und Third Party Logistics (ausführende und spezialisierte Logistikunternehmen) zusammen. Als Integrator und Koordinator von Lieferketten stehen dem 4PL ausschließlich Informationssysteme und logistisches Domänenwissen zur Verfügung.

Informationen und der mit ihnen verbundene Informationsfluss sind ein wesentlicher Teil der Logistik. Durch die effiziente Bereitstellung von Informationen zur richtigen Zeit kann der Güterfluss in einer Lieferkette deutlich beschleunigt werden (siehe [14]). In sämtlichen Phasen der Zusammenarbeit, ob Verhandlung, Erstellung und Erbringung von Dienstleistungen oder bei der Abrechnung, müssen Informationen zwischen den LD und dem 4PL ausgetauscht werden. Alle anfallenden Informationen müssen dabei zur Planung, Steuerung und Kontrolle der Lieferkette vom 4PL verarbeitet werden. Um diese Informationsflut beherrschen zu können, wird ein Softwaresystem benötigt, welches die anfallenden

Informationen sammelt, aggregiert und verarbeitet. Eine mögliche Lösung dieses Problems wird durch die Logistik Service Engineering and Management (LSEM)- Plattform bereitgestellt, welche sich an den Anforderungen des Geschäfts- und des Softwarelevels orientiert (siehe [11]). Integrationsplattformen, wie die LSEM-Plattform, bieten dem 4PL die Möglichkeit eigene Anwendungssysteme und die seiner Partner einzubinden, um die anfallenden Informationen effizient, performant und über Regeln automatisierbar zu verarbeiten. Im Gegensatz zur innerbetrieblichen Integration oder der Integration zwischen langfristig kooperierenden Unternehmen, erfordern die Spezifika der Logistikbranche verschiedene Arten der Integration. Neben der Teilnahme an mittel- bis langfristigen Kontrakten, muss es den LD ermöglicht werden, sich auf Basis einzelner Aufträge an den Lieferketten des 4PL zu beteiligen. Zusätzlich verbessert dies einerseits die Akzeptanz der Plattform bei LD und andererseits vergrößert sich die Gruppe der zur Verfügung stehenden LD für den 4PL. Zur Integration von Anwendungssystemen der LD in die Plattform des 4PL müssen neben der Vollintegration (Vollintegration bezeichnet in diesem Beitrag die komplette Integration sämtlicher benötigter Funktionalitäten eines Anwendungssystems) weitere Integrationsarten, welche sich einerseits im Umfang und andererseits im zeitlichen Aufwand zur Einrichtung unterscheiden, zur Verfügung stehen (siehe [13]).

In diesem Beitrag werden die Spezifika der Integration von LD und deren Anwendungssysteme in eine logistische Plattform betrachtet. Kapitel 2 adressiert den Integrationsansatz, die zugrunde liegende Architektur der LSEM-Plattform, logistikspezifische Integrationsvarianten und die Umsetzung der Varianten mit Hilfe modellgetriebener Verfahren. Die prototypische Umsetzung des Integrationsansatzes wird in Kapitel 3 beschrieben. Anschließend werden grundlegende und verwandte Arbeiten betrachtet, während in Kapitel 5 ein kurzer Ausblick gegeben wird.

## **2 Integrationsansatz**

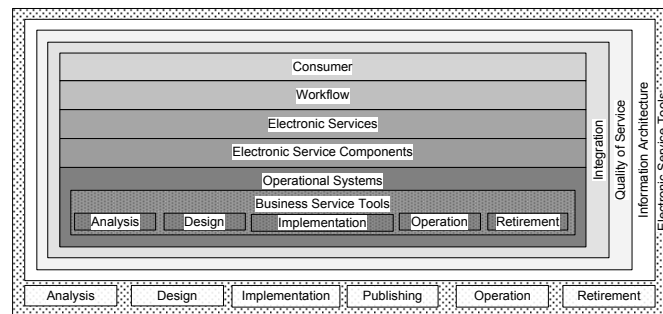
Dem 4PL als Integrator von Lieferketten stehen ausschließlich Informationssysteme und logistisches Domänenwissen zur Verfügung, um komplexe Gesamtdienstleistungen von verschiedenen LD zusammenzustellen und die Arbeit in den Lieferketten zu koordinieren. Im nachfolgenden Abschnitt wird die grundlegende Architektur des Integrationssystems vorgestellt; Der Abschnitt 2.1 beschreibt den Aufbau der Integrationsplattform im Detail. Abschnitt 2.2 stellt logistikdomänenspezifische Integrationsarten vor, während im Abschnitt 2.3 auf die Umsetzung dieser durch modellgetriebene Verfahren eingegangen wird.

### **2.1 Architektur**

Die LSEM-Plattform stellt eine Integrationsplattform für einen 4PL dar. Sie wurde innerhalb des Forschungsprojekts Logistik Service Bus (siehe [8]) entwickelt und baut auf dem Paradigma der Service-Orientierung auf, das sowohl auf geschäftlicher als auch auf technischer Ebene angewendet wird. Grundsätzlich gliedert sich die LSEM-Plattform in zwei Dimensionen. Zum einen umfasst die Laufzeitumgebung grundlegende Komponenten für die Bereitstellung und die Integration von Softwaresystemen und erlaubt auf dieser Basis die Komposition von Informationsflüssen und das Erstellen neuer Anwendungen. Zum anderen enthält die Werkzeugumgebung Komponenten, die das Konfigurieren und das Arbeiten mit der Laufzeitumgebung ermöglichen. Diese Systeme erlauben dem 4PL die Planung,



Steuerung und Kontrolle der Lieferketten. Die in Bild 1 dargestellte Architektur der LSEM-Plattform baut auf der S3-Referenzarchitektur (siehe [1]) auf.



**Bild 1: Die Architektur der LSEM-Plattform (aufbauend auf [1])**

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die Schichten der zweiten Dimension, welche grundlegende Funktionalitäten für die Erstellung von Integrationskomponenten bereitstellen. Hierbei werden die Integration Schicht, welche typische Enterprise Service Bus Eigenschaften umfasst und somit zentrale Komponenten für das Bereitstellen und Integrieren von Anwendungen bereitstellt, und die Information Architecture Schicht, welche ein kanonisches Datenformat für den Datenaustausch auf der Plattform definiert, benötigt. Eine ausführlichere Beschreibung der LSEM-Plattform und deren Schichten befindet sich in [11].

## 2.2 Integrationsvarianten

Die Zusammenarbeit des 4PL mit verschiedenen LD bedingt, wie in den vorherigen Kapiteln dieses Beitrages dargestellt, die Integration von Anwendungssystemen der LD in die zentrale LSEM-Plattform. Im Gegensatz zur innerbetrieblichen Integration oder der Integration zwischen langfristig kooperierenden Unternehmen, erfordern die Spezifika der Logistikbranche verschiedene Arten der Integration. Neben der Teilnahme an mittel- bis langfristigen Kontrakten, muss es einem LD ermöglicht werden, sich auf Basis einzelner Aufträge an den Lieferketten des 4PL zu beteiligen. Weiterhin wird zur Integration der Anwendungssysteme der LD eine Integrationsumgebung benötigt, welche die Integration nach adaptiven Verfahren (siehe [18] und [7]) ermöglicht. Die Adaption ermöglicht dabei eine nicht-invasive Integration, welche die innere Struktur des Systems und die vorhandenen Schnittstellen nicht verändert. Hierdurch müssen die zu integrierenden Anwendungssysteme nicht angepasst werden.

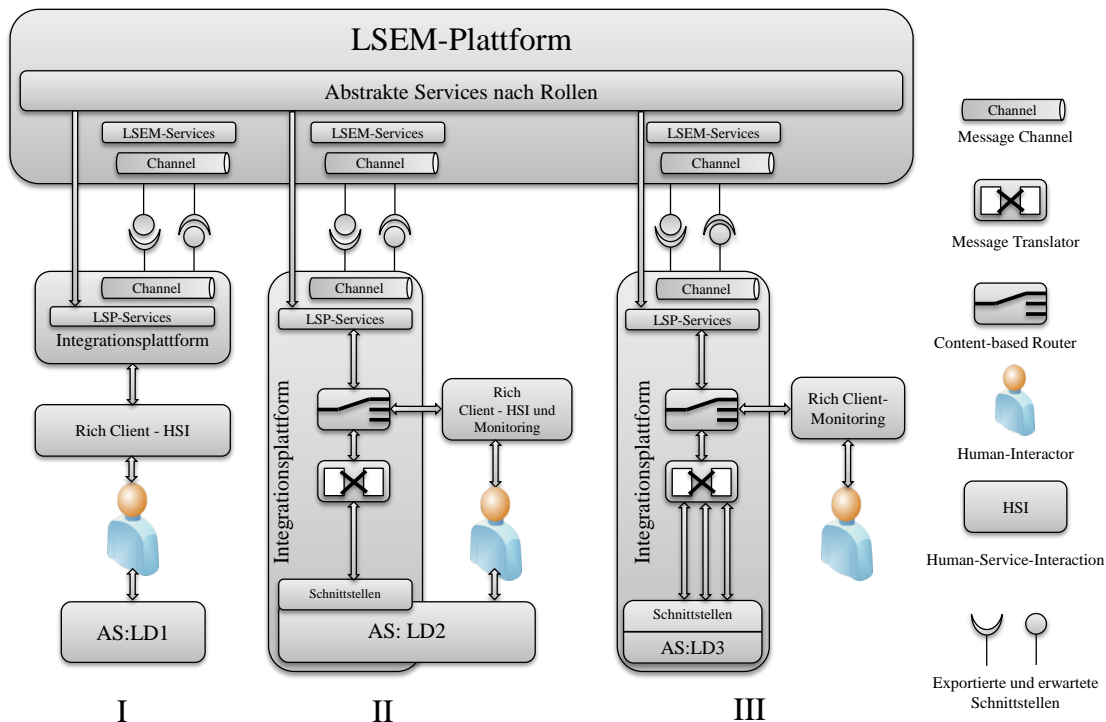
Zur schrittweisen Integration von Anwendungssystemen der LD wird somit eine Integrationsumgebung benötigt, welche sowohl die unterschiedlichen Integrationsvarianten unterstützt als auch die Anwendungssysteme durch ein adaptives Integrationsverfahren mit Schnittstellen ausstattet. Diese Integrationsumgebung muss hierbei individuell für jeden LD erstellt, konfiguriert und bereitgestellt werden und übernimmt anschließend sämtliche Kommunikationsaufgaben zwischen dem LD und dem 4PL. Die hierzu benötigten Komponenten werden entweder durch die LSEM-Plattform bereitgestellt oder durch diese entwickelt. Durch die zweite Dimension der LSEM-Plattform, welche für die Bereitstellung und die Integration von Softwaresystemen zuständig ist, werden Integrationsumgebungen entwickelt, welche sich in die erste Dimension der LSEM-Plattform einordnen und für die zu integrierenden Anwendungssysteme Integrationslogik und Services erzeugen. Nähere

Erläuterungen zur Umsetzung und zur theoretischen Konzeption der Komponenten sind [11], [10] und [7] zu entnehmen. Daten und Informationen können in jedem Anwendungssystem in unterschiedlichen, oftmals proprietären Formaten und Modellen vorliegen. Zur Lösung dieses Problems werden in der Integrationsumgebung *Message Translator* eingesetzt, welche das vorliegende Format der LD in das kanonische Format der LSEM-Plattform und zurück übersetzen. Für Anwendungssysteme sollte transparent bleiben, welches Ziel eine gesendete Nachricht hat und über welche Stationen, z.B. *Message Translator*, sie gesendet wird. Diese Entkopplung von Sender und Empfänger wird über *Message Channel* erreicht. Zur Weiterleitung von Nachrichten aufgrund des Inhaltes werden *Content-based Router* eingesetzt, welche über definierte Regeln den Empfänger bestimmen.

Ziel dieses Integrationsvorgehens ist die Integration von verschiedenen LD an die Logistikplattform des 4PL mit Hilfe einer Integrationsplattform. Der Einsatz einer solchen Integrationsplattform ermöglicht es dem 4PL über einheitliche Services mit den LD zu kommunizieren. Hierzu werden auf der LSEM-Plattform für verschiedene Rollen (z.B. Lager, Transport und Umschlag) abstrakte Services definiert, welche durch die LD implementiert und bereitgestellt werden müssen. Weiterhin können für die Services Übertragungstypen und Kommunikationseinstellungen festgelegt werden. Die implementierten Services der Integrationsumgebung können nun von der LSEM-Plattform aufgerufen werden und die Services der LSEM-Plattform können durch die Integrationsplattform genutzt werden. Dies ermöglicht das Umsetzen von One-Way - (z.B. dem Senden von Avis in beide Richtungen) und Request-response - Operations (z.B. Anfrage Transportauftrag). Die ausführliche Beschreibung von Rollen, abstrakten Services, Typen und Kommunikationseinstellungen erfolgt in Abschnitt 2.3. In Bild 2 sind drei Integrationsvarianten dargestellt, bei welchen sich von links nach rechts jeweils der Integrations- und Automatisierungsgrad, jedoch auch der Integrationsaufwand erhöhen. Die Varianten basieren auf der Arbeit von [13] und erweitern diese um für diese Arbeit benötigte Integrationskonzepte. Bei allen drei Varianten übernimmt die Integrationsumgebung die Implementierung und Bereitstellung der abstrakten Services sowie die Kommunikation mit der LSEM-Plattform über *Message Channel*. Variante I stellt den ersten Schritt im Integrationsprozess dar. Die Kommunikation und der Informationsaustausch werden vollständig von der Integrationsumgebung übernommen. Die Integrationsvariante I soll dem LD ad-hoc und ohne weitere Integrationsaufwände und Integrationskosten bereitgestellt werden. Diese Variante ermöglicht es den LD sich kurzfristig an Kontrakten des 4PL zu beteiligen ohne Kosten für die adaptive Integration seiner Anwendungssysteme aufwenden zu müssen. Zur Interaktion zwischen LD und der Integrationsumgebung steht ein Rich Client zur Verfügung, welcher die Kommunikation von Menschen mit den Services der Integrationsumgebung durch Human-Service Interaction (HSI) ermöglicht (siehe [16] und [6]). Sämtliche Serviceaufrufe werden dem LD als Aufgaben in menschenlesbarer Form bereitgestellt.

Die in Variante I bereitgestellte Integrationsinfrastruktur ermöglicht es nun in den weiteren Schritten die Anwendungssysteme des LD schrittweise zu integrieren. Neben der kurzfristigen Zusammenarbeit können die LD bei mittel- bis langfristigen Kooperationen den Integrationsgrad erhöhen und somit den Informationsaustausch schrittweise automatisieren. Hierzu können, wie in Variante II dargestellt, einzelne Komponenten des Anwendungssystems adaptiert und die so gewonnenen Schnittstellen mit der Integrationsumgebung integriert werden. Beispielsweise könnte in einem ersten Schritt die Übermittlung von

Auftragsanfragen automatisiert werden. Durch das Bereitstellen entsprechender Message Translator und Router werden die Informationen direkt in das Anwendungssystem übertragen. Der Rich Client übernimmt für die integrierten Services anschließend Monitoringfunktionalitäten, für nicht integrierte Services wird weiterhin die Kommunikation über HSI zur Verfügung gestellt.



**Bild 2: Integrationsvarianten (in Anlehnung an [13])**

Die Variante III stellt die Vollintegration des Anwendungssystems dar. Sämtliche Services sind hierbei über entsprechende Message Channel, Translator und Router mit den für das Anwendungssystem bereitgestellten Schnittstellen verbunden. Der Rich Client übernimmt hierbei ausschließlich das Monitoring der Integrationsumgebung. LD können mit Hilfe der dargestellten Varianten je nach Art der Zusammenarbeit über den Integrationsgrad entscheiden, während der Integrationsfortschritt für den 4PL transparent ist, da bei jeder Variante die gleichen Schnittstellen der Plattform unterstützt werden.

## 2.3 Modellgetriebene ad-hoc Integration

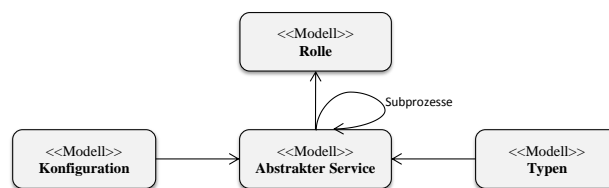
Die im vorhergehenden Kapitel dargestellten Integrationsarten ermöglichen einem 4PL und den LD, neben mittel- und langfristigen Kontrakten, die Zusammenarbeit in kurzfristigen Kontrakten. Die ad-hoc Zusammenarbeit wird durch die effiziente Bereitstellung der Integrationsumgebung und die Serviceimplementierung durch HSI in Integrationsvariante I ermöglicht, ohne dass für den LD weitere Integrationsaufwände und -kosten entstehen. Für diese effiziente ad-hoc Bereitstellung einer Integrationsumgebung eignen sich vor allem modellgetriebene Verfahren, da diese besondere Stärken aufweisen, wenn mehrere verwandte Produkte entwickelt werden und Teile sich wiederverwenden lassen (siehe [17] und [18]). Mit Hilfe von modellgetriebenen Ansätzen lässt sich die Gesamtkomplexität dieses Integrationsansatzes beherrschen, da Modelle das System auf einer

höheren Abstraktionsstufe beschreiben und sich die Komplexität somit auf das Modell selbst (Modellierung durch den 4PL als Logistikdomänenexperte) und auf die Abbildung des Modells auf die Zielsprache, also die Generierung und Interpretation (Modelltransformationen innerhalb der LSEM-Plattform), aufteilen lässt. Beide Teile können getrennt voneinander bearbeitet werden, wodurch beim Modellieren keine technischen Details der Implementierung bekannt sein müssen [17].

Die nächsten Abschnitte beschreiben das modellgetriebene Vorgehen und gliedern sich in einen Abschnitt zur Modellierung durch Logistikdomänenexperten als Grundlage zur Integration und der Modelltransformation, im speziellen der Generierung der Integrationsumgebung durch modellgetriebene Verfahren.

### 2.3.1 Modellierung als Grundlage zur Integration

Als Ausgangspunkt zur Modellgetriebenen Integration werden vom Domänenexperten, in diesem Fall dem 4PL, die in Bild 3 dargestellten Modelle beschrieben. Diese gliedern sich in die vier Teilmodelle Rolle, abstrakter Service, Typen und Konfiguration. Die Definition dieser Modelle ermöglicht es innerhalb der LSEM-Plattform Prozesse zu erstellen und darin (abstrakte) Services der LD zu nutzen, ohne sich bereits auf einen ausführenden LD festlegen zu müssen. Dies wird ermöglicht da jeder beteiligte LD mit Hilfe der Integrationsumgebung die gleichen für ihn definierten Services implementiert.



**Bild 3: LSEM-Integrationsmodell**

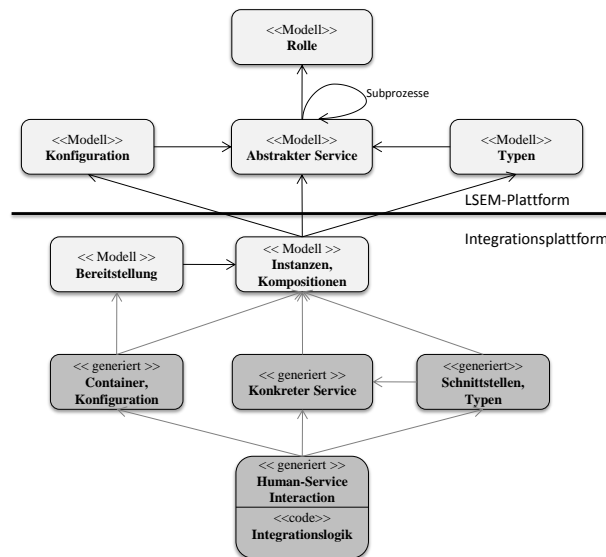
Im ersten Schritt legt der 4PL Rollen (z.B. Transport- oder Lageranbieter) fest. Diese dienen ausschließlich der Zuordnung und Zusammenfassung von Services, welche durch einen LD implementiert werden müssen. Die Definition eines abstrakten Services enthält die zu implementierenden Serviceoperationen. Für die einzelnen Operationen werden die zu übertragenden Datentypen ausgewählt oder neu modelliert. Die einzelnen Typen werden hierbei mit Hilfe der Extensible Markup Language (XML) beschrieben und können in verschiedenen abstrakten Services wiederverwendet werden. Im Konfigurationsmodell werden Kommunikationsparameter definiert. Beispielsweise werden hier synchrone und asynchrone Aufrufe und Webservice-Kommunikationsarten wie z.B. One-Way-, Request-Response-, Solicit-Response- und Notification unterschieden (siehe [19]).

### 2.3.2 Modelltransformation zur Generierung der Integrationsumgebung

Zur ad-hoc Bereitstellung der Integrationsumgebung werden Modelltransformationen auf Basis des in Bild 3 dargestellten LSEM-Integrationsmodells verwendet. Die auf der LSEM-Plattform bereitgestellten Modelle können nun durch modellgetriebene Verfahren in der Integrationsumgebung verwendet werden, um einerseits die Quellmodelle in konkretere Zielintegrationsmodelle (in Bild 4 im unteren Bereich mit <<Modell>> dargestellt) zu

transformieren und andererseits durch Interpretation und Generierung lauffähigen Code zu erzeugen (in Bild 4 im unteren Bereich mit <<generiert>> dargestellt).

Nach der Auswahl der zu konkretisierenden abstrakten Services über das Rollenkonzept werden in der Integrationsumgebung konkrete Services mit wohldefinierten Schnittstellen und Typen erzeugt. Die so generierten Service-Instanzen (konkreter Service) sind durch die LSEM-Plattform nach der Registrierung aufrufbar und können zur Laufzeit auf der LSEM-Plattform die abstrakten Services, welche in den Prozessen des 4PL verwendet wurden, ersetzen und die Prozesse somit in konkrete, lauffähige Prozesse umwandeln.



**Bild 4: Quell- und Zielintegrationsmodelle**

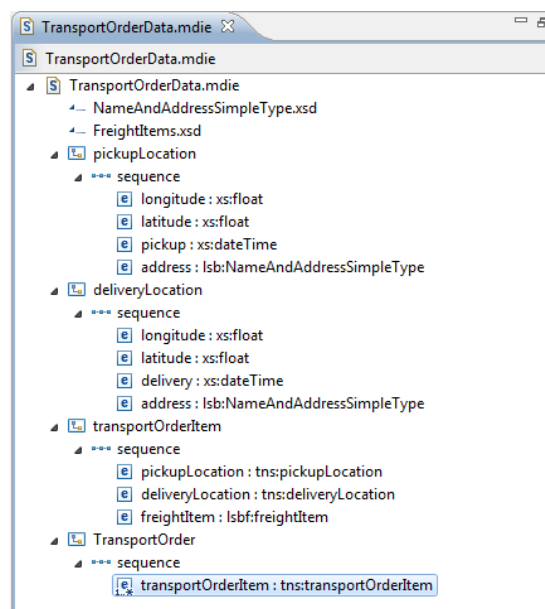
Als erster Schritt werden dabei in Abhängigkeit zur gewählten Rolle ein oder mehrere abstrakte Services mit dazugehörigem Typenmodell ausgewählt und in ein Instanzen- und Kompositionsmodell überführt. Für jeden abstrakten Service wird das definierte Konfigurationsmodell in ein Bereitstellungsmodell innerhalb der Integrationsumgebung überführt. Diese Modelle definieren die zu generierenden Services und deren Bereitstellung innerhalb der Integrationsumgebung. Somit können anschließend die konkreten Services, deren Schnittstellen und Typen generiert und mit Hilfe der erstellten Konfigurationen innerhalb von Service-Containern bereitgestellt werden. Das vorgestellte Integrationsmodell unterstützt alle Arten der in Bild 2 vorgestellten Integrationsvarianten. Zur Anbindung an die Plattform des 4PL steht somit eine Integrationsumgebung zur Verfügung, welche nach der Bereitstellung sämtliche Kommunikation über definierte Services zwischen dem 4PL und den LD übernimmt, wobei noch keinerlei Integration mit den Anwendungssystemen der LD stattfand. Um die ad-hoc zur Verfügung stehende Integrationsvariante I umsetzen zu können werden daher, wie in Bild 4 dargestellt, von den konkreten Services, deren Schnittstellen und Typen sowie der erzeugten Konfiguration eine Serviceimplementierung in Form einer Human-Service Interaction generiert. Die Integrationsumgebung mit der Integrationsvariante I kann durch die eingesetzten modellgetriebenen Verfahren unmittelbar zur Verfügung gestellt werden und erlaubt die Interaktion mit den erzeugten Services und die Darstellung der übertragenen Informationen. Um die Varianten II und III im weiteren Verlauf der Zusammenarbeit des 4PL mit dem LD zu unterstützen, werden einzelne Human-Service

Interactions durch Integrationslogik ersetzt. Diese Integrationslogik beinhaltet die manuelle Adaption des Anwendungssystems zur Erzeugung von Schnittstellen sowie die manuelle Implementierung der benötigten Message Translator und Router. Durch das schrittweise Ersetzen der Human-Service Interactions durch Integrationslogik kann das Anwendungssystem nach und nach integriert werden.

### 3 Prototyp

Das folgende Kapitel zeigt die prototypische Umsetzung des vorgestellten Integrationsansatzes. Hierbei soll die automatisierte Erstellung der Integrationsumgebung sowie die Umsetzung der Integrationsvariante I mit Hilfe von modellgetriebenen und generativen Ansätzen im Vordergrund stehen.

Zur Implementierung wurden die Werkzeuge Java Emitter Templates, Xtext und Xpand des Eclipse Modeling Projects (EMP), zur Erstellung und Transformation von Modellen, eingesetzt. Die Modellierungsumgebung für den 4PL wurde mit Hilfe von Eclipse RCP und Eclipse GMP bereitgestellt. Die Zielplattform bildet das jBPM-Projekt, welches das Grundgerüst zur Ausführung der generierten Human-Service Interactions (in jBPM Human-Task als Implementierung des OASIS-Standards WS-HumanTask) bereitstellt und durch das Hosting über den JBoss Application Server weitere Java Enterprise Edition - Services bietet. Die im Abschnitt 2.3.1 beschriebenen Modellierungswerkzeuge wurden als EMP-Projekt implementiert und sind als Eclipse-Plugin (RCP) lauffähig. Bild 5 zeigt den grafischen Modellierungseeditor für das in Bild 3 dargestellte Typenmodell am Beispiel des Objektes *TransportOrderData*.

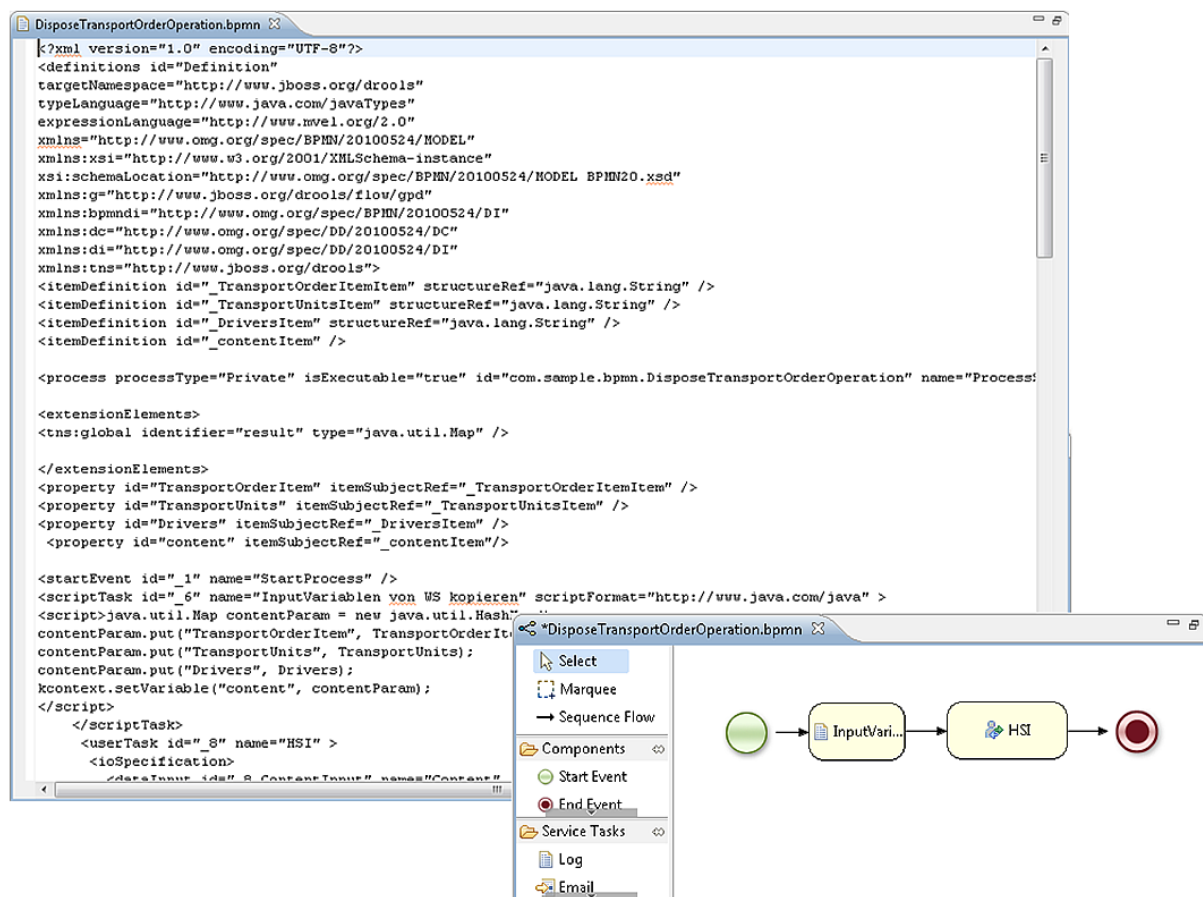


**Bild 5:** Modellierungstool für Datentypen am Beispiel von TransportOrderData

Wie in Bild 5 im oberen Bereich zu sehen, können einzelne Typenmodelle eine hierarchische Beziehung mit weiteren Typenmodellen aufbauen, indem diese als Untertypen verwendet werden. In den weiteren Editoren können jeweils Rollen, Konfigurationen und abstrakte Services angelegt, verwaltet und in Beziehung gesetzt werden. Auf Basis der erstellten

Quellmodelle können durch Modelltransformationen die Integrationsumgebung komplett generiert und die erforderlichen Services durch HSI automatisiert implementiert werden. Zur Modell zu Modell-Transformation (M2M) wurden das Xtend und Xtext-Framework eingesetzt. Hierbei werden die in Bild 4 gezeigten abstrakter Service- und Typenmodelle in ein plattformspezifisches Instanzen- und Kompositionsmodell und das Konfigurations- in ein plattformspezifisches Bereitstellungsmodell überführt.

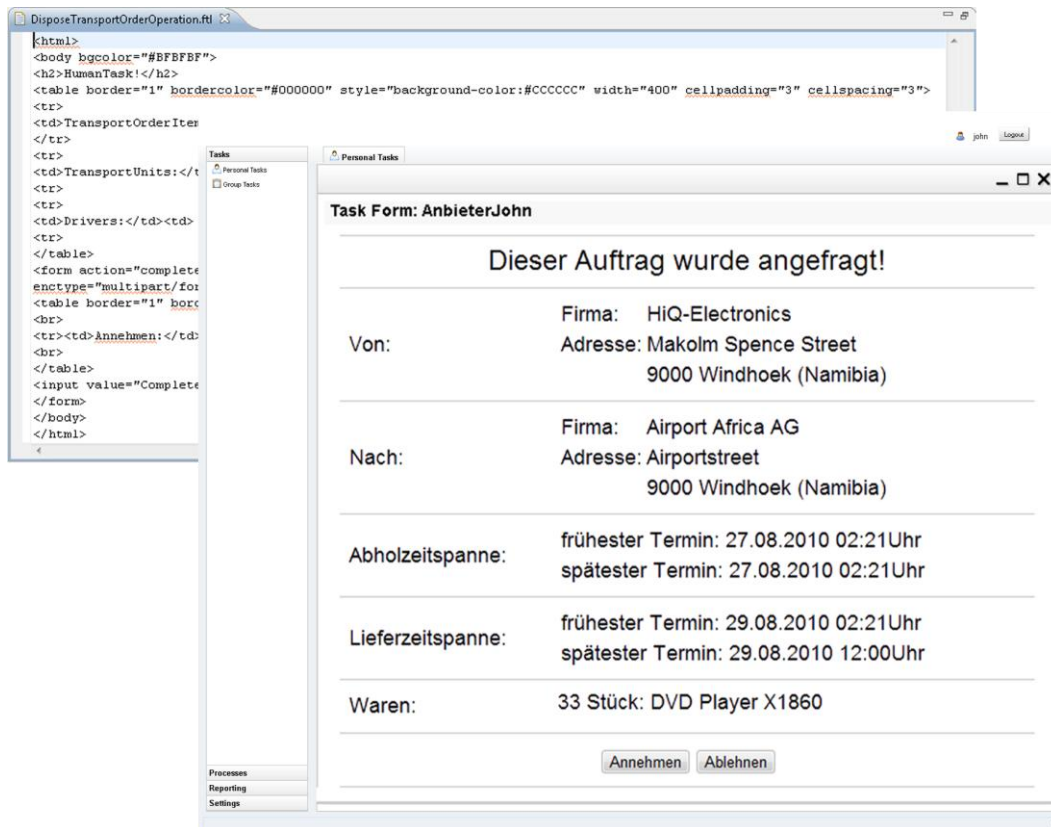
Als Zielplattform für das Instanzen- und Kompositionsmodell dient das jBPM-Projekt, wohingegen das Bereitstellungsmodell als Zielplattform einen Jetty-Webserver nutzt. Aus diesen plattformspezifischen Zielmodellen kann nun durch eine Modell zu Text-Transformation (M2T), implementiert mit Hilfe des JET-Projektes, lauffähiger Quellcode generiert werden.



**Bild 6:** Generierter BPMN-Prozess in textueller und grafischer Repräsentation

Hierzu wird das Instanzen- und Kompositionsmodell in einen konkreten Service, welcher im Prototyp als Webservice implementiert wurde, transformiert. Aus dem Bereitstellungsmodell werden Jetty-Service-Container inklusive Konfiguration generiert. Sämtliche generierten Services erhalten als Serviceimplementierung einen jBPM spezifischen Human Task. Jeder dieser Tasks besteht aus einem Business Process Model and Notation-Prozess (BPMN) und einer FTL-Datei (basierend auf der Hypertext Markup Language) zur grafischen Darstellung.

Die Bilder 6 und 7 zeigen einen generierten BPMN-Prozess in textueller und grafischer Repräsentation und die generierte Beschreibung eines jBPM-Human Task im FTL-Format.



**Bild 7:** Beschreibung und Darstellung eines jBPM-Human Task im FTL-Format

## 4 Verwandte Arbeiten

Der beschriebene Ansatz baut auf den vier Themengebieten Integration Engineering, modelgetriebene Softwareentwicklung, Model-Driven Integration Engineering und Human-Service Interaction auf.

Bussler legt in seiner Arbeit [5] die Grundlagen der Geschäftsintegration. Aspekte wie Integrationskonzepte, elementare Integrationstypen und Standards werden diskutiert. Der Autor beschreibt die manuelle Integration, modellgetriebene Verfahren, zur Beschleunigung der Integration, werden nicht betrachtet. Benatallah et al. beschreibt in [3] Anforderungen der Adaption von Web Services und den Nutzen von Adaptern und Message Brokern zur Integration. Der Fokus wird von den Autoren auf Konversationsprotokolle gelegt, mit welchen beispielsweise die Aufrufreihenfolge von Serviceoperationen festgelegt werden kann. Neben dem Bilden von Schnittstellen in Altsystemen werden Aspekte der überbetrieblichen Integration und automatisierter Verfahren zum Erzeugen der Adapter nicht betrachtet. Gallas entwirft in [9] eine serviceorientierte IT-Architektur, welche durchgehend durch alle Phasen des Softwarezyklus unterstützt wird. Hierzu stellt er eine Integrationsschicht vor, welche den flexiblen Zugriff auf Softwarekomponenten ermöglichen soll. Der Schwerpunkt wird auf die innerbetriebliche Integration und eine Schicht zum Management von Services, bestehend aus einem Repository und einer Datendrehscheibe, gelegt. Der Autor fokussiert ausschließlich die Vollintegration, während der vorgestellte Ansatz eine schnell zur Verfügung stehende Integration über Human-Service Interactions betrachtet. Im Bereich der modellgetriebenen Softwareentwicklung ist vor allem die Arbeit von Stahl et al. [17] hervorzuheben, welche Techniken sowie Engineering- und Managementaspekte



modellgetriebener Ansätze adressiert. Diese Arbeit bildet eine Grundlage für den in diesem Beitrag vorgestellten Ansatz, indem die Aspekte der modellgetriebenen Softwareentwicklung auf die Integration im Logistikkontext angewandt werden. Petkoff stellt in [15] einen modellgetriebenen Ansatz zur innerbetrieblichen Integration von Anwendungen vor. Ziel der Arbeit ist das Generieren von Schemata für gängige Datenbanken aus einer Wissensbasis. Der Autor stellt Werkzeuge zur schrittweisen Integration einzelner Anwendungssysteme vor und fokussiert die Erstellung von Hilfsmitteln zur Vollintegration von Anwendungssystemen. [15] unterscheidet sich von dem in diesem Beitrag vorgestellten Ansatz neben der reinen Betrachtung der innerbetrieblichen Integration, in den Integrationsarten. Der in diesem Beitrag vorgestellte Ansatz beschreibt die generierte, sofort zur Verfügung stehende Integration mit Hilfe von Human-Service Interaction. Thränert und Kühne wenden in [18] modellgetriebene Konzepte auf das Integration Engineering an und führen den Begriff des Model-Driven Integration Engineering ein. Diese Arbeit legt die theoretischen Grundlagen für den in diesem Beitrag vorgestellten Ansatz und zeigt wie der Einsatz von modellgetriebenen Ansätzen für Integrationsproblemstellungen genutzt werden kann. Als grundlegende Arbeiten dieses Beitrags für den Bereich Human-Service Interaction sind die Arbeiten von Bowen [4], Shneiderman [16] und Dix [6] zu nennen. Von den Autoren wird die menschliche Interaktion mit Computern und Service Systemen betrachtet.

## 5 Ausblick

In den nächsten Schritten der Forschungsarbeit sollen die Integrationsvarianten II und III näher betrachtet werden. Hierbei sollen semantische Datenintegrationsverfahren zum Mapping der Datenformate der LSEM-Plattform und der Anwendungssysteme betrachtet werden. Außerdem soll die Sicherheit der zu übertragenden Daten im unternehmensübergreifenden Einsatz betrachtet werden und in einer Lösungskomponente von der Integrationsumgebung bereitgestellt werden. Weitere zu bearbeitende Themen stellen somit die Transparenz des Datenverkehrs, die Datenhoheit auf Seiten der LD sowie Sicherheitsmechanismen dar. In einem weiteren Schritt soll das Konzept anhand von Fallstudien validiert und auf Praxistauglichkeit überprüft werden. Bei dieser Überprüfung sollen zeitliche und aufwandsmäßige Kenngrößen zur Bewertung der verschiedenen Integrationsansätze ermittelt werden. Schließlich soll der vorgestellte Ansatz durch eine geeignete Werkzeugunterstützung, zur Erstellung und Transformation von Modellen sowie zur Generierung von Code, erweitert werden.

Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), welches im Rahmen der Förderprojekte Logistik Service Bus (BMBF 03IP504) und InterLogGrid (BMBF 01IG09010F) die Erarbeitung dieses Beitrags gefördert hat.

## 6 Literatur

- [1] Arsanjani, A, et al. (2007): S3: A Service-Oriented Reference Architecture. IT Professional 9:10-17.
- [2] Bauknight, D, Miller, J (1999): Fourth Party Logistics: The Evolution of Supply Chain Outsourcing. In: CALM Supply Chain & Logistics Journal.

- [3] Benatallah, B, et al (2005): Developing Adapters for Web Services Integration. 17th International Conference Advanced Information Systems Engineering. Porto.
- [4] Bowen, D (1986): Managing customers as human resources in service organizations. In: Human Resource Management 25(3): 371-383, Wilmington.
- [5] Bussler, C (2003): B2B Integration: Concepts and Architecture. Springer, Berlin.
- [6] Dix, A, et al. (2003): Human-Computer Interaction. Prentice Hall, Harlow.
- [7] Erl, T (2009): SOA Design Patterns, Prentice Hall, Upper Saddle River.
- [8] Franczyk, B (2010): Logistik-Service-Bus - Projekt. <http://www.lsb-plattform.de>. Abgerufen am 22.09.2011.
- [9] Gallas, B (2007): Enterprise Service Integration (ESI) - Der Weg zur einem servicebasierten EAI-Framework unter Einsatz und Erweiterung von Web Services. In: Aier, S; Schönherr, M. (Hrsg.), Enterprise Application Integration - Flexibilisierung komplexer Unternehmensarchitekturen, Gito-Verl, Berlin.
- [10] Hohpe, G, Woolf, B, Brown, K (2010): Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions, Addison-Wesley, Boston.
- [11] Klinkmüller, C, et al (2011): The Logistics Service Engineering & Management Platform: Operations, Architecture, Implementation. In: 14th International Conference on Business Information Systems, Poznań, 2011.
- [12] Kohlborn, T, Korthaus, A, Rosemann, M (2009): Business and software service lifecycle management. In: IEEE International Conference on Enterprise Distributed Object Computing, Auckland, New Zealand.
- [13] Kunkel, R, et al (2011): Modellgetriebene Integration von Logistik-Informationssystemen in die LSEM-Plattform. 41. GI-Jahrestagung Informatik 2011, Die Rolle von Plattformen für Unternehmensökosysteme, Berlin, 2011.
- [14] Luo, Z (2010): Service science and logistics informatics. Innovative perspectives. Premier reference source, Business Science Reference, Hershey Pa.
- [15] Petkoff, B (2007): Model Driven Application Integration am Beispiel der Versicherungswirtschaft. In: Aier, S; Schönherr, M. (Hrsg.), Enterprise Application Integration - Flexibilisierung komplexer Unternehmensarchitekturen, Gito-Verl, Berlin.
- [16] Shneiderman, B (1997): Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Boston.
- [17] Stahl, T, et.al. (2007): Modellgetriebene Softwareentwicklung. Techniken, Engineering, Management. dpunkt Verlag, Heidelberg.
- [18] Thränert, M, Kühne, S (2008): Model-Driven Integration Engineering zur Integration betrieblicher Anwendungssysteme. In: Fähnrich, K; Kühne, S.; Thränert, M. (Hrsg.), Model-Driven Integration Engineering. Universität Leipzig Pressestelle, Leipzig.
- [19] Weerawarana, S, Meredith, G, Curbera, F, Christensen, E (2001): Web Services Description Language (WSDL) 1.1. <http://www.w3.org/TR/wsdl>. Abgerufen am 22.09.2011.

# **Dezentrales Koordinationskonzept zur multilateralen kollaborativen Produktions- und Distributionsplanung**

**Bernd Hellingrath**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,  
E-Mail: bernd.hellingrath@ercis.uni-muenster.de

**Carsten Böhle**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,  
E-Mail: carsten.boehle@ercis.uni-muenster.de

**Peer Küppers**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,  
E-Mail: peer.kueppers@ercis.uni-muenster.de

**Michael Könning**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Wirtschaftsinformatik, 48149 Münster,  
E-Mail: michael.koenning@ercis.uni-muenster.de

## **Abstract**

Modelle, die integrativ Produktions- und Transportplanung simultan optimieren können, stoßen in der aktuellen Supply Chain Management-Forschung ebenso wie Konzepte zur dezentralen Planung auf großes Interesse. Im vorliegenden Beitrag wird ein VMI-Konzept vorgestellt, das eine koordinierte Planung der Lieferdaten und -mengen bzw. der Transporte zwischen den beteiligten Lieferanten anstrebt. Es wird gezeigt, welche Verbesserungen erzielt werden können und welches die daraus resultierenden Anforderungen an ein Framework zur Abbildung und Lösung dezentraler Planungskonzepte sind.

## **1 Motivation und Problemstellung**

Das Konzept des Vendor Managed Inventory (VMI) hat in den letzten Jahren sowohl in der Literatur [8] als auch in der Praxis [13] weite Beachtung gefunden. Es beschreibt die Ablösung des klassischen Bestellprozesses für lagerhaltige Teile durch die Übernahme der Verantwortung für die Zurverfügungstellung vereinbarter Lagerbestände durch den Lieferanten. Auf diese Weise werden verschiedene Vorteile erzielt. Neben einer Senkung der Transaktionskosten ist dies vor allem der vergrößerte Optimierungsspielraum für die

Produktions- und Transportplanung, da der Lieferant diese nun, unter gewissen Randbedingungen, selbst und gemäß seinen Anforderungen durchführen kann. Somit können Produktionslose besser eingeplant und Transportmittel höher ausgelastet werden. In der überbetrieblichen Koordination ist Optimierungspotenzial vorhanden, sofern einzelne Lieferanten keine Full-Truck-Loads (FTL) erreichen. In diesem Fall fährt der Logistikdienstleister (LDL) zur Konsolidierung Sammeltouren zwischen mehreren Lieferanten, die einen gemeinsamen Abnehmer haben [19]. Eine Lösung des Konflikts zwischen geringen, d.h. dem Lean-Ansatz entsprechenden, Lagerbeständen und einer effizienten Transportmittelauslastung kann daher bei nicht vollständiger Transportmittelauslastung nur überbetrieblich erreicht werden. Konzeptuell ist dies durch einen zentralen Planungsansatz zu lösen, wobei allerdings Gründe gegen einen Praxiseinsatz eines derartigen Ansatzes sprechen. Dies sind vor allem Bedenken bezüglich der Offenlegung von Daten gegenüber der zentralen Planungsinstanz sowie die Aufgabe der Planungshoheit. Folglich wird ein dezentrales Koordinationskonzept benötigt, das zwischen mehreren Lieferanten und dem gemeinsamen LDL, bzw. dem Lead Logistics Provider, vermittelt. Dazu stellen sich zwei Fragen. Wie sollte ein kollaboratives Planungskonzept zur integrierten, multilateralen Produktions- und Distributionsplanung gestaltet werden? Und wie leistungsfähig ist es gemessen an der Verbesserung zur herkömmlichen Planung bzw. des theoretisch erreichbaren Optimums?

## 2 Stand der Forschung

Wie bereits erwähnt, ist das klassische Bestellverfahren bspw. in der Automobilindustrie weitgehend durch den VMI-Prozess abgelöst worden. Er wird von Graf [5] neben Just-in-Time und Just-in-Sequence als eines von drei möglichen Lieferverfahren genannt. Durch die Trennung von Produktions- und Transportplanung existiert allerdings eine sukzessive Planung. Während jedoch JiT und JiS vollständig auf die Anforderungen der Produktion abgestimmt sind, bietet VMI den Spielraum, integrierte Planungskonzepte zu entwerfen und zu untersuchen. Sarmiento und Nagi [16] haben eine nicht vollständige Übersicht integrierter Planungsprobleme erstellt. Das hier vorgestellte Planungsproblem über die Stufen Produktion, Distribution und Lagerhaltung mit mehreren Anbietern und einem Abnehmer ist dort nicht aufgeführt und in der Forschung bislang lediglich von Böhle [2] beschrieben worden.

Hierarchische Koordinationsmechanismen wurden in der Vergangenheit in der Supply-Chain-Management-Forschung intensiv untersucht und führten sowohl zur Entwicklung fortgeschrittener Planungsmethoden [18] als auch deren Implementierung in entsprechenden Softwaresystemen, etwa SAP SCM. Eine derartige hierarchische Koordination kann jedoch ggf. in heterarchischen Supply Chains, bestehend aus autonomen und gleichgestellten Akteuren, aus diversen Gründen nicht angewendet werden. Zum einen sind Unternehmen in der Regel nicht in genau eine Supply Chain eingebunden, sondern tragen zum Wertschöpfungsprozess in verschiedenen Supply Chains bei. Zielkonflikte zwischen diesen Supply Chains, beispielsweise in Bezug auf die Nutzung von Unternehmensressourcen, sind somit unvermeidbar. Folglich müsste ein zentrales, hierarchisches Planungsverfahren sämtliche relevanten Parameter aus verschiedenen Planungsdomänen (also Supply Chains) integrieren, um die inhärenten Abhängigkeiten adäquat abzubilden. Neben den zwangsläufig auftretenden Zielkonflikten besteht das Problem für eine praktische Umsetzung in heterarchischen Supply Chains darin, dass sämtliche Supply-Chain-Akteure potentiell

sensible Informationen (bspw. Kapazitäten, Kostenstrukturen etc.) einer zentralen Planungsinstanz zur Verfügung stellen müssen. Derartige Informationen können u.U. zu einem Wettbewerbsvorteil einzelner Akteure der Supply Chain führen, so dass ein Koordinationsmechanismus durch zentrale Planung nicht für alle Teilnehmer der Supply Chain vorteilhaft erscheint [12]. Weiterhin erfordern zentrale Koordinationsansätze, dass eine übergeordnete Koordinationseinheit neben dem Zugriff auf relevante Informationen die Entscheidungsrechte hat, ermittelte Pläne in der gesamten Supply Chain durchzusetzen. Durch die notwendige Abgabe der lokalen Entscheidungshoheit von Unternehmen an eine zentrale Instanz ist die Eignung hierarchischer Ansätze zum praktischen Einsatz in heterarchischen Supply Chains fragwürdig.<sup>1</sup>

Aktuelle SCM-Forschung befasst sich daher mit Konzepten, die auf eine dezentrale Koordination in heterarchischen Supply Chains unter Berücksichtigung von deren besonderen Anforderungen bezüglich Informationsweitergabe und Entscheidungsautonomie abzielen.<sup>2</sup> Derartige dezentrale Koordinationskonzepte folgen einer Abstimmung auf Basis gegenseitiger Übereinstimmung bei gleichen Entscheidungsrechten der teilnehmenden Supply Chain Akteure [4]. Insbesondere Koordinationsansätze aus dem Bereich der *kollaborativen Planung* (Collaborative Planning) versprechen eine Koordination heterarchischer Supply Chains. Kollaborative Planung zielt auf eine dezentrale Abstimmung zukünftiger Aktivitäten, also die Koordination von Plänen autonomer Akteure, ab [17].

Kollaborative Planung kann als "joint decision making process for aligning plans of individual SC members with the aim of achieving coordination in the light of information asymmetry" [17] verstanden werden. Ein kollaboratives Planungskonzept definiert somit einen einvernehmlichen und Supply-Chain-weiten Planungs- und Entscheidungsprozess zur Abstimmung von Plänen, ohne auf eine zentrale Koordinationseinheit mit vollständiger Information angewiesen zu sein. Die konkrete Ausgestaltung eines derartigen interorganisationalen Planungs- und Entscheidungsprozesses hängt stark von dem zu koordinierenden Objekt (bspw. Abstimmung von Produktionsplänen) und der zu koordinierenden Supply-Chain-Struktur (bspw. multi-tier) ab.

Das Forschungsfeld der kollaborativen Planung hat vielfältige Ansätze zur dezentralen Koordination hervorgebracht.<sup>3</sup> Verschiedene kollaborative Planungskonzepte teilen diverse Charakteristika und verfolgen einen im Grundsatz vergleichbaren Ablauf, der von Kilger et al. als „generic collaborative planning process“ [14] beschrieben wird. Die Autoren identifizieren verschiedene Phasen, die in der Umsetzung eines kollaborativen Planungskonzepts durchgeführt werden. Die *Definition* der Kollaborationsvereinbarung (bspw. bezüglich Ziele, ausgetauschte Informationen etc.) stellt die Grundlage des kollaborativen Planungskonzepts dar. Der eigentliche Prozess beginnt mit der *lokalen Planung* der Akteure, so dass

---

<sup>1</sup> In der Literatur wird die Unzweckmäßigkeit hierarchischer Koordinationsansätze in heterarchischen Supply Chains ausführlich diskutiert. Vgl. hierzu bspw. {Breiter 2009 #78: 4-5}, {Dudek 2009 #97: 19} oder {Albrecht 2010 #6: 24}.

<sup>2</sup> Übersichten dezentraler Koordinationsansätze finden sich in der Literatur bspw. in [3], [17] oder [14].

<sup>3</sup> Bspw. zur kollaborativen Masterplanung (vgl. [4]) oder für eine kollaborative Abstimmung von angebotener und nachgefragter Kapazität in heterarchischen Produktionsnetzwerken (vgl. [7]). Aktuelle Ansätze zur Klassifikation von kollaborativen Planungskonzepten finden sich bspw. in [17] oder [3].

im Anschluss resultierende (Initial-)Pläne (reduziert auf nicht-sensible Informationen) *ausgetauscht* werden. Diese bilden die Basis für die nächste Phase der *Verhandlung* (bspw. Verschiebung von Produktionsterminen). Im Anschluss wird der durch die Verhandlung abgestimmte Plan *ausgeführt* und dessen Performanz *gemessen* [14].

Aufgrund der herausgestellten Defizite klassischer, sukzessiver Planungsverfahren sowie der Nicht-Anwendbarkeit einer zentralen Optimierung wird im Folgenden ein kollaboratives Planungskonzept für die integrierte Produktions- und Distributionsplanung vorgestellt. Das Konzept folgt dabei grundsätzlich dem Ansatz der kollaborativen Planung, vermeidet somit die Weitergabe sensibler Informationen und verzichtet auf eine zentrale Koordinationsinstanz.

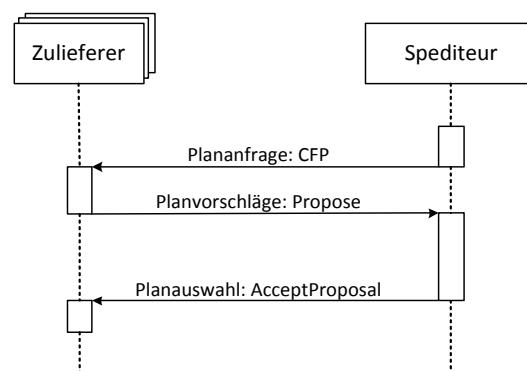
### 3 Ein Konzept zur kollaborativen Produktions- und Distributionsplanung

Das zu entwerfende Planungskonzept muss drei Anforderungen erfüllen. Grundlegend muss es die Abstimmung der Tagesproduktions- bzw. Transportmengen erlauben, die auf Grund der hier getroffenen Annahme, dass Lagerhaltung nur beim Abnehmer stattfindet, gleich sind. Dies geschieht unter Einbindung in eine 1:n-Beziehung zwischen Logistikdienstleister und Lieferanten. Zuletzt müssen Kompensationszahlungen berücksichtigt werden, die ggfs. anfallen, falls ein Lieferant zum Wohle der Supply Chain eine für ihn suboptimale Planung durchführen muss.

Als Koordinationsmechanismus wurde Self Selection gewählt [3], da es lediglich eine Anfrage und Antwort erfordert und damit praxisnäher ist als Verfahren, die mehrere Verhandlungsrunden erfordern. Zur Durchführung übermittelt ein Verhandlungspartner, hier der Lieferant, eine Menge verschiedener Planungsoptionen inklusive Kompensationskosten von denen der Empfänger genau eine auswählt. Der Empfänger, in diesem Fall der Logistikdienstleister, bekommt also auf Anfrage  $n$  Mengen von Planungsoptionen der Form [ [Losgröße Tag 1; Losgröße Tag 2; ...]; Kompensationskosten Plan 1]; [Losgröße Tag 1; Losgröße Tag 2; ...]; Kompensationskosten Plan 2]; ...]. Er kann daraufhin unter Berücksichtigung der zu zahlenden Kompensationskosten die für ihn optimale Kombination von Planungsoptionen wählen und den Lieferanten seine Wahl zurückmelden. Es wird so das Problem der starken Abhängigkeiten unter den Lieferanten, bedingt durch die Abbildung auf LKW und dem dadurch oft sprunghaften Gesamtergebnissen bei einzelnen Planänderungen, vermieden. Zusätzlich stellt es sicher, dass keiner der Beteiligten schlechter gestellt werden kann als seine optimale Planung. Das Protokoll ist in Bild 1 dargestellt.

Für den Erfolg dieses Verfahrens müssen allerdings die Planungsoptionen so gewählt sein, dass sie zum einen keine zu hohen Kompensationskosten erfordern, da damit die Wahrscheinlichkeit, einen Vorteil erzielen zu können, sinkt. Zum anderen müssen sie möglichst unterschiedlich sein, damit der Logistikdienstleister einen großen Optimierungsspielraum nutzen kann. Für die folgende Untersuchung wurden pro Lieferant sechs Planungsoptionen nach folgenden Maßgaben generiert:

- 1: Optimaler Plan: die Produktion wird entsprechend der lokalen Anforderungen optimiert
- 2: Ungenutzte Perioden: es wird versucht, möglichst in Perioden zu produzieren, die im optimalen Plan (s. 1) ungenutzt sind
- 3: Minimale Lagerkosten: die Produktion wird nur gemäß der resultierenden Lagerhaltungskosten optimiert
- 4: Halbe Lagerkosten: die Lagerhaltungskosten werden mit dem Faktor 0,5 gewichtet
- 5: Zusätzliche Produktionsperiode: gegenüber dem optimalen Plan wird eine zusätzliche Produktionsperiode erzwungen, dabei muss in allen Produktionsperioden eine gewisse Mindestlosgröße erreicht werden
- 6: Wegfall einer Produktionsperiode: gegenüber dem optimalen Plan soll in einer Produktionsperiode weniger produziert werden



**Bild 1:** Interaktionsprotokoll im kollaborativen Planungsprozess mit Self Selection

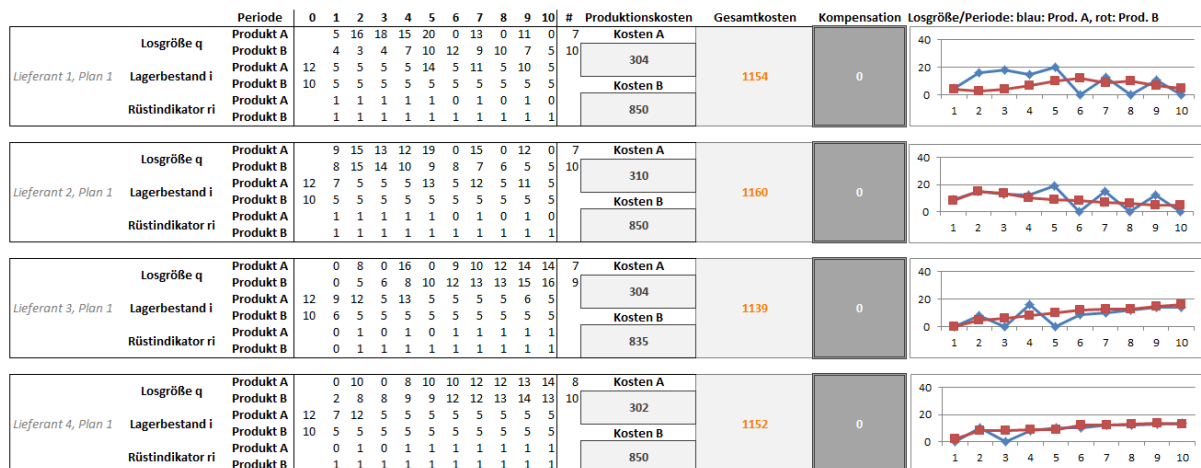
Die Auswahl der optimalen Kombination von Planungsoptionen erfolgt beim LDL durch die Bewertung der Gesamtkosten aller möglichen Kombinationen unter Berücksichtigung der resultierenden Transport- und Kompensationskosten. Zusätzlich werden als Referenzwerte die Lösungen der sukzessiven und der integrierten Planung benötigt. Der erste kann leicht über die bereits vorliegenden optimalen lokalen Pläne ermittelt werden. Für den zweiten wurde ein mathematisches Optimierungsmodell entworfen, das die Produktionspläne simultan ermittelt und auf die LKW-Kapazität abbildet. Über die Zielfunktion, die Rüst-, Lager- und Transportkosten enthält, wird so das Gesamtoptimum der Supply Chain bestimmt. Die Modelle können auf Grund der beschränkten Länge des Beitrags nicht wiedergegeben werden, sind aber auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

## 4 Evaluation des kollaborativen Planungsansatzes

Zur Evaluation wurde ein Szenario entworfen und die Lösungen der drei Lösungswege verglichen. Es enthält vier Lieferanten, die jeweils zwei Produkte herstellen. Produkt A ist das für die betrachtete Supply Chain und damit für den Transport bestimmte, Produkt B steht stellvertretend für die übrigen herzustellenden Produkte. Der Planungshorizont umfasst zehn Perioden. Die Rüstkosten betragen 20 (A) bzw. 25 (B) GE, die Lagerhaltungskosten 2 (A) bzw. 20 (B) GE pro Periode pro Teil. Die Anfangsbestände sind 12 (A) bzw. 10 (B) Teile, die Bestände dürfen jeweils zwischen 5 und 50 Teilen schwanken. Ein einzusetzender LKW wird

mit 50 GE bewertet und hat eine Kapazität von 100 Teilen. Teil A von Lieferant 1 belegt 5 Einheiten, die übrigen jeweils eine.

Die erzielten Ergebnisse zeigen die Vorteilhaftigkeit des Self Selection-Ansatzes von Böhle gegenüber der mit sukzessiver Planung ermittelten Lösung lokal-optimaler Produktionspläne. So sind bei Anwendung der Sukzessivplanung zwar die summierten Produktionskosten der vier Lieferanten mit 4605 GE die niedrigsten. Es müssen allerdings in zehn Perioden insgesamt 15 LKW eingesetzt werden, um die Waren zu transportieren, was zu Gesamtkosten von 5.355 GE führt. Die optimalen Produktionspläne sind in Bild 2 dargestellt.



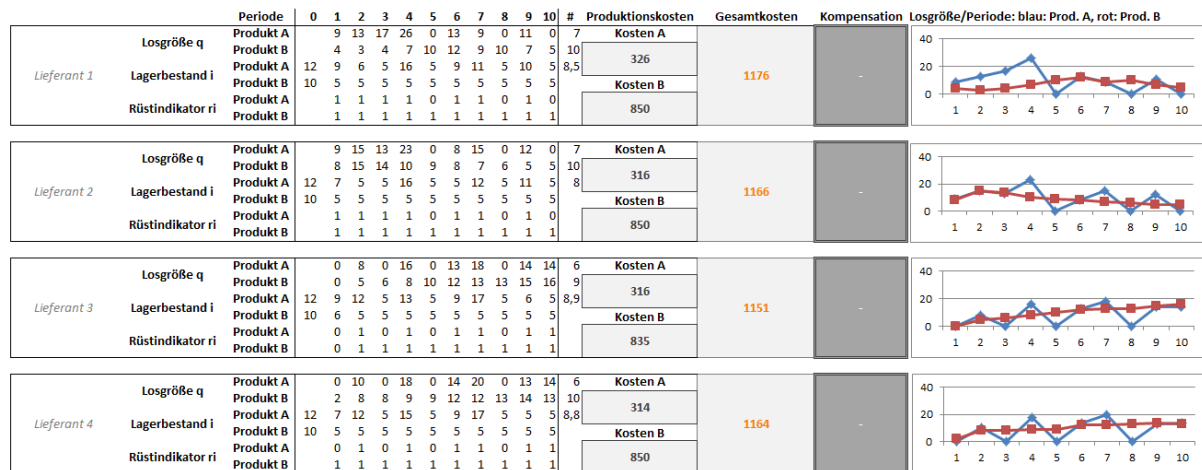
**Bild 2: Ergebnisse der sukzessiven Planung**

Das zentrale Optimierungsmodell bildet die obere Performanceschranke für die integrierte Produktions- und Transportplanung. Die hier entstehenden Produktionskosten von 4657 GE liegen zwar um 52 GE über denen der sukzessiven Planung, die Ausbringungsmengen in den Perioden sind allerdings so verteilt und aufeinander abgestimmt, dass jetzt nur noch neun LKW eingesetzt werden müssen. Besonders auffällig ist, dass Produkt A in den Perioden 5 und 8 bei keinem Produzenten erzeugt wird und somit in diesen Zeiträumen keine Transportmengen anfallen. Insgesamt werden bei Einsatz des zentralen Optimierungsmodells Kosten von 5.159 GE erzielt, was einer Ersparnis von 196 GE oder 3,6% gegenüber der Sukzessivplanung entspricht. Hierbei sind die Kompensationskosten, die der Differenz zum jeweils optimalen Plan entsprechen, bereits berücksichtigt. Die resultierenden Produktionspläne werden in Bild 3 gezeigt.

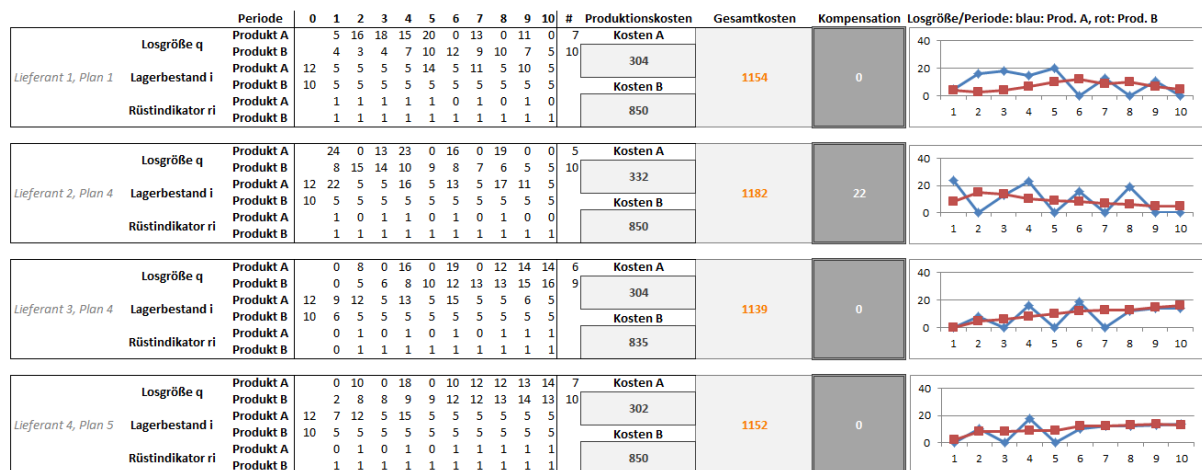
Die unter Einsatz des Self Selection-Ansatzes erzielten Resultate liegen erwartungsgemäß zwischen diesen beiden Schranken. Die durch die kombinatorische Optimierung des Logistikdienstleisters ermittelte gesamtkostenoptimale Kombination umfasst die Pläne 1-4-4-5 (vgl. Generierung von Planungsoptionen). Dabei werden 12 LKW eingesetzt und Gesamtkosten von 5249 GE erzielt, was gegenüber der sukzessiv ermittelten Lösung ein Ersparnispotential von 106 GE oder 2% bedeutet und nur 90 GE oder 1,7% über der zentraloptimalen Lösung liegt. Dieser Unterschied ist mit dem naturgemäßen Koordinationsdefizit zwischen den Plänen der einzelnen Lieferanten zu erklären, da die Ausbringungsmengen in den sukzessiv und mit Self Selection getrennt voneinander ermittelten Planungsoptionen nicht so günstig aufeinander abgestimmt werden können wie in der zentralen Lösung, bei der die zentrale Planungsinstanz die Lieferanten und den



Logistikdienstleister simultan plant. Die Kompensationskosten betragen im Durchschnitt 27,8 GE und bewegten sich zwischen 0 GE, also einer kostenneutralen Alternative, und 112 GE. Die Ergebnisse der dezentralen Planung mit Self Selection werden in Bild 4 gezeigt. Ausgewählte Kennzahlen der drei Optimierungsansätze fasst Tabelle 1 zusammen.



**Bild 3: Ergebnisse der zentralen Optimierung**



**Bild 4: Ergebnisse der dezentralen Planung mit Self Selection**

	Sukzessivplanung	Zentrale Optimierung	Self Selection
Anzahl genutzter Produktionsperioden	7 / 7 / 7 / 8 ( $\bar{\varnothing}$ 7,25)	7 / 7 / 6 / 6 ( $\bar{\varnothing}$ 6,5)	7 / 5 / 6 / 7 ( $\bar{\varnothing}$ 6,25)
Durchschnittlicher Lagerbestand A	7,5 / 7,7 / 7,5 / 6,5 ( $\bar{\varnothing}$ 7,3)	8,5 / 8 / 8,9 / 8,8 ( $\bar{\varnothing}$ 8,55)	7,5 / 10,5 / 8,4 / 7,4 ( $\bar{\varnothing}$ 8,45)
Eingesetzte LKW	15	9	12
Gesamtkosten	5355 GE	5159 GE	5249 GE

**Tabelle 1: Ausgewählte Kennzahlen der drei Optimierungsansätze**

## 5 Konzepterweiterung und Framework-gestützte Evaluation

Wie in Kapitel 4 gezeigt wurde, kann durch Anwendung des Ansatzes von Böhle bereits nach einer Verhandlungsrunde eine deutliche Verbesserung gegenüber der sukzessiven, isolierten Planung erzielt werden. Dieses Ergebnis wirft die Frage auf, inwiefern die Adaption anderer geeigneter verhandlungsgestützter Verfahren auf den dargestellten Anwendungsfall die Kostensituation weiter verbessern kann.

Ein in der Literatur viel beachteter Ansatz ist der von Dudek [4]. In seiner Arbeit formuliert er ein verhandlungsbasiertes, iteratives Schema zur kollaborativen Planung zwischen zwei Partnern in einer Supply Chain. Analog zu den Annahmen von Böhle beschreibt Dudek das Szenario eines zweistufigen Supply-Chain-Ausschnitts, in dem die betrachteten Unternehmen in der operativen Planungsphase die Supply-Chain-weite Kostenminimierung anstreben. Auf einen Mediator, also eine dritte Partei, die zwischen Lieferanten und Abnehmer vermittelt, verzichtet der Ansatz ebenso wie auf die Übermittlung vertraulicher Informationen zwischen den Parteien. Einzig die Pläne mit ggfs. notwendigen Kompensationskosten werden im Zuge der Verhandlung ausgetauscht.<sup>4</sup> Damit konnten bei Untersuchungen Werte nahe am theoretischen Optimum erzielt werden.

Anders als im Anwendungsszenario von Böhle, der die Verhandlungen zwischen mehreren Produzenten und einem Logistikdienstleister modelliert, wird bei Dudek allerdings die Beziehung zwischen Produzent und Käufer abgebildet. Die dem Optimierungskalkül der Unternehmen zugrunde liegenden Modelle sind daher ebenfalls unterschiedlich. So kalkulieren die Akteure bei Dudek ihre Kosten auf Basis eines Multi-level Capacitated Lotsizing Problems (ML CLSP), während die  $n$  Produzenten bei Böhle ein leicht modifiziertes, auf dem CLSP basierendes Losgrößenproblem verwenden. Der Logistikdienstleister bildet sein Optimierungsproblem in einem Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) ab. Ein großer Teil des absehbaren Adaptionaufwands liegt daher in der Verwendung dieser unterschiedlichen Modelle begründet.

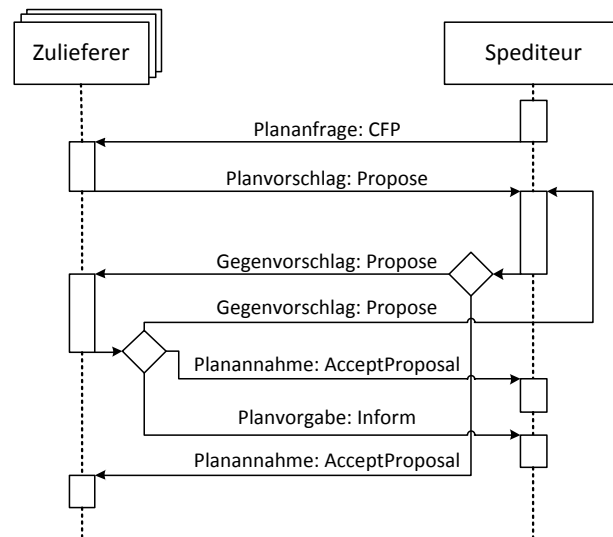
Eine aus dem Optimierungskalkül des Logistikdienstleisters resultierende Konsequenz, die bei der Adaption beachtet werden muss, ist, dass die Antizipation von Kostenänderungen, die durch marginale Planänderungen hervorgerufen werden, nun erheblich erschwert wird. So beinhaltet das Vehicle Routing Problem sprungfixe Kosten in Form der Einsatzkosten der eingesetzten LKW. Bei Variation der Ausbringungsmenge ist damit von Seiten der Produzenten – selbst bei unveränderten Plänen der anderen  $n-1$  Lieferanten – nicht länger von einer proportionalen Auswirkung auf die Kosten des Logistikdienstleister auszugehen.

Mit der Adaption des iterativen Planungsprozesses auf das zuvor dargestellte Anwendungsszenario kann ein iterativer Ansatz zur kollaborativen Produktions- und Distributionsplanung formuliert werden (s. Bild 2). Nach einer initialen Plananfrage, die der Spediteur an die  $n$  Zulieferer stellt, kalkuliert jeder Produzent individuell auf Basis seines Optimierungskalküls seinen optimalen Produktionsplan, den er an den Spediteur übermittelt. Analog zum Modell von Dudek ermittelt dieser die Kosten der eingegangenen Pläne und evaluiert marginale Änderungsmöglichkeiten, die die Kostensituation verbessern. Anschließend übermittelt er neue Pläne an die Zulieferer. Über die Fortsetzung des Prozesses entscheidet in jedem Fall

---

<sup>4</sup> Für eine ausführliche Klassifikation des Ansatzes vgl. [17].

eine stochastische Akzeptanzfunktion, die alle Vorschläge akzeptiert, die die Gesamtkosten der Lösung weiter reduzieren, und zur Vergrößerung des Lösungsraums auch solche mit leicht erhöhten Kosten toleriert. Der Gesamtprozess wird schließlich durch die Auswahl des supply-chain-weit-kostenoptimalen Ansatzes beendet.



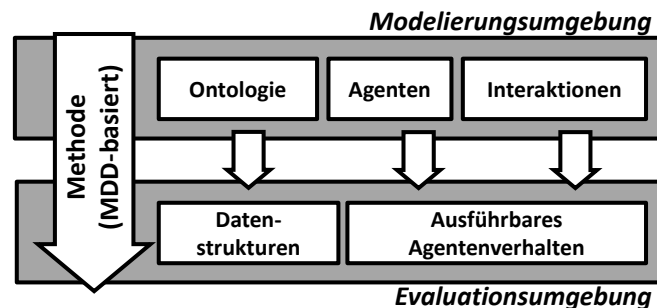
**Bild 5:** Interaktionsprotokoll im iterativen kollaborativen Planungsprozess

#### *Framework-gestützte Evaluation*

Die in Kapitel 4 vorgestellte Evaluation des entwickelten, kollaborativen Planungskonzepts erfolgte auf Basis eines Austauschs von Plänen und alternativen Vorschlägen (Self Selection-Mechanismus) mittels des Ein- und Auslesens temporärer Dateien in die lokalen Optimierungsmodelle. Diese Vorgehensweise zur Evaluation kollaborativer Planungskonzepte ist vor dem Hintergrund komplexer Interaktionen (wie sie dem in diesem Kapitel beschriebenen iterativen Verhandlungskonzept zugrundeliegen) sowie realistischer Supply Chain-Szenarien nicht skalierbar. Aus dieser Motivation und zur Unterstützung der Evaluation verschiedenartiger, kollaborativer Planungskonzepte sind die hier vorgestellten Ergebnisse in die Forschungsaktivitäten für ein agentenbasiertes Verhandlungsframework für Supply Chains (FRISCO) eingebettet. Durch FRISCO wird die Bereitstellung einer Evaluationsumgebung zur Bewertung kollaborativer Planungskonzepte vor dem Hintergrund einer realen Supply Chain (bspw. erwartete Performanzsteigerung, Kostensenkung etc.) angestrebt. Derartige Evaluationen sind für die Einführung eines kollaborativen Planungskonzepts in der Praxis entscheidend, da sie die erwarteten Vorteile für die Supply Chain insgesamt sowie für die einzelnen Akteure aufzeigen kann.

FRISCO besteht aus verschiedenen Komponenten, die zusammen die konzeptionelle Entwicklung, Modellierung sowie anschließende, Szenario-basierte Evaluation kollaborativer Planungskonzepte unterstützen sollen [9]. Für eine effiziente Evaluation basiert das Framework auf der Idee der modellgetriebenen Entwicklung (Model-driven Development, MDD), d.h. ausgehend von den Modellen eines CP-Konzepts sowie Szenarios wird für eine Laufzeitumgebung ausführbarer Quellcode automatisch erzeugt (vgl. Bild ). Für die Repräsentation und Informationssystem-basierte Evaluation kollaborativer Planungskonzepte

sowie Strukturen in heterarchischen Supply Chains eignen sich insbesondere Multi-Agentensysteme (MAS).<sup>5</sup> Daher folgt FRISCO zur Modellierung und IS-basierten Evaluation den Konzepten von MAS. Eine durchgeführte Evaluation eines komplexen kollaborativen Planungskonzepts zur Koordination von Kapazitäten in multi-tier Produktionsnetzwerken lässt diesen Ansatz sinnvoll erscheinen [9]. Daher soll im Folgenden kurz auf eine mögliche, effiziente Evaluation des in diesem Kapitel vorgestellten erweiterten kollaborativen Planungskonzepts unter Verwendung von FRISCO eingegangen werden.



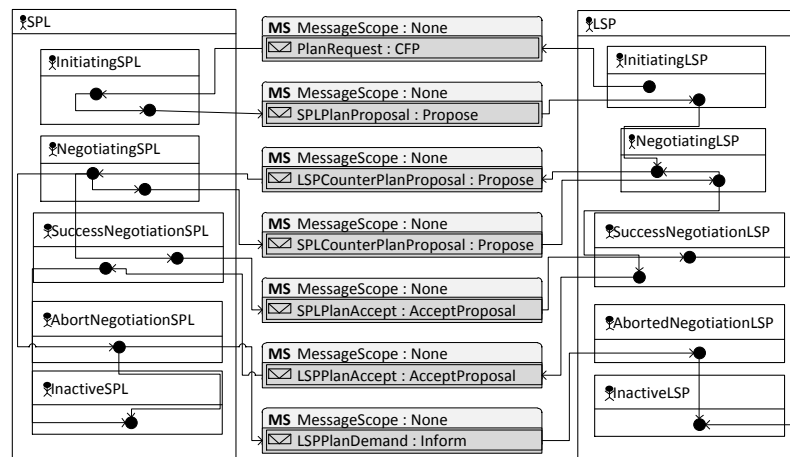
**Bild 6:** Framework-gestützte Evaluation mit FRISCO

Für eine eindeutige Repräsentation des für die kollaborative Planung notwendigen Wissens der einzelnen Akteure in einer koordinierten, heterarchischen Supply Chain basiert FRISCO auf einer SCM-domänenspezifischen Ontologie. Diese stellt ein gemeinsames Verständnis der zu übertragenden Informationen (bspw. Nachfragemengen in Perioden) dar und dient somit sowohl der eindeutigen inter-organisationalen Kommunikation, als auch intra-organisationalen Berechnungen (bspw. Stücklistenauflösung). Die in FRISCO bereitgestellte Ontologie deckt bereits viele relevante Aspekte aus dem SCM-Kontext ab (bspw. Nachfrage, Ressourcen, Zeit etc.) [11] und wäre somit nur um wenige spezielle Aspekte zu erweitern. Die Ontologie kann automatisch in Datenstrukturen transformiert werden, so dass diese für die Laufzeitumgebung bereitstehen.

Neben der Abbildung des Wissens wurde in FRISCO eine MAS-basierte Modellierungssprache zur Repräsentation der intra- und inter-organisationalen Abläufe integriert.<sup>6</sup> Für diese Modellierungssprache stehen Transformationsregeln bereit, die auf Basis eines Szenario-Modells eine automatische Quellcode-Generierung des Verhaltens der jeweiligen Akteure (Agenten) eines kollaborativen Planungskonzepts für eine bestimmte Supply Chain-Konfiguration erlauben [10]. Die Modellierung des internen Agentenverhaltens erfordert die Definition verschiedener Pläne, bspw. zur Ermittlung der abzugebenden Gegenvorschläge im oben diskutierten, iterativen Verhandlungsprozess (vgl. Bild ). Darüber hinaus erlaubt FRISCO die Modellierung des gesamten, inter-organisationalen Interaktionsprozesses inklusive ausgetauschter Nachrichten und Verknüpfungen zu lokalen Plänen sowie die Abbildung von Zuständen, die die Akteure einnehmen können (vgl. Bild ).

<sup>5</sup> Die Eignung von MAS im Supply Chain Management, insbesondere zur dezentralen Koordination ist bspw. diskutiert in [15] oder [3].

<sup>6</sup> Domain Specific Modeling Language for Multi-Agent Systems (DSML4MAS), vgl. [6].



**Bild 7:** Beispielhafte Modellierung der inter-organisationalen Kommunikation im erweiterten kollaborativen Planungskonzept

Auf Basis der oben beschriebenen Modelle können sämtliche Abläufe im erweiterten kollaborativen Planungskonzept repräsentiert werden. Durch die Definition eines spezifischen Supply Chain-Szenarios können anschließend den konkreten Akteuren ihre jeweiligen Rollen zugewiesen werden, so dass letztlich die automatische Codegenerierung gestartet und somit eine Transformation in die Evaluationsumgebung vorgenommen werden kann. FRISCO stellt einen Simulationsmechanismus bereit, der eine Ausführung und somit eine effiziente Evaluation des kollaborativen Planungskonzepts hinsichtlich zu definierender Performanzindikatoren in verschiedenen Szenarien erlaubt.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend wurde ein Planungsproblem innerhalb der Supply Chain beschrieben, das die Abhängigkeit zwischen Produktion und Transport aufzeigt. Die drei Planungsalternativen Sukzessivplanung, kollaborative Planung und zentrale Planung wurden gegenübergestellt und mittels eines Szenarios quantitativ verglichen. Die Vermutung, dass kollaborative Planung eine Verbesserung gegenüber der Sukzessivplanung erzielen kann, jedoch nicht das theoretische Gesamtoptimum, wurde bestätigt.

Aus der Komplexität des Planungsproblems und des Ausblicks auf weitere erfolgsversprechende Kooperationsmechanismen wurde die Motivation für eine modellgestützte Evaluationsumgebung abgeleitet. Das hier beschriebene Vorgehen zeigt einen exemplarischen Anwendungsfall. Eines der wichtigsten Ziele der weiteren Forschung wird es sein, eine Bibliothek dezentraler Planungsprobleme in Supply Chains zu definieren und aufbauend auf der FRISCO-Plattform mit Hilfe verschiedener Protokolle umzusetzen. Dies erlaubt einen Leistungsvergleich und wird die Entwicklung neuer kollaborativer Konzepte voranbringen.

## 7 Literatur

- [1] Albrecht, M. (2010): Supply Chain Coordination Mechanisms. New approaches for collaborative planning. Springer, Berlin.
- [2] Böhle, C. (2010): Eine theoretische und praktische Herleitung eines Verfahrens für die kostenminimale Koordination von Lieferanten und Logistikdienstleistern zur Belieferung lieferantengesteuerter Lager. Universität Paderborn.
- [3] Breiter, A., Hegmanns, T., Hellingrath, B., and Spinler, S. (2009): Coordination in Supply Chain Management - Review and Identification of Directions for Future Research. In Logistik Management, S. Voss, J. Pahl and S. Schwarze, Eds. Physica-Verlag, Heidelberg.
- [4] Dudek, G. (2009): Collaborative Planning in Supply Chains: A Negotiation-Based Approach. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [5] Graf, H. (2007): Innovative Logistics is a Vital Part of Transformable Factories in the Automotive Industry, Reconfigurable Manufacturing Systems and Transformable Factories, Dashchenko, A. I. (Eds.), Springer-Verlag, S. 423-457
- [6] Hahn, C., Madrigal-Mora, C., and Fischer, K. (2009): A platform-independent metamodel for multiagent systems. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems 18, 2, 239-266.
- [7] Hegmanns, T. (2010): Dezentrales Planungs- und Prozesskonzept für ein kollaboratives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement in Produktionsnetzwerken. Verl. Praxiswissen, Dortmund.
- [8] Hellingrath, B., Hegmanns, T., Maaß, J.-C., Toth, M. Prozesse in Logistiknetzwerken – Supply Chain Management In Handbuch Logistik, Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H., Furmans, K., Eds. Springer-Verlag, Berlin
- [9] Hellingrath, B. and Küppers, P. (2011): Model-Driven Development of Multi-Agent Based Collaborative Planning Concepts for Heterarchical Supply Chains. In Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, V. Marík, P. Vrba and P. Leitão, Eds. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg, 153–164.
- [10] Hellingrath, B. and Küppers, P. (2011): Multi-Agent Based Collaborative Demand and Capacity Network Planning in Heterarchical Supply Chains. In Proceedings of the IJCAI 2011 Workshop on Artificial Intelligence and Logistics (AILog-2011), 25–30.
- [11] Hellingrath, B., Witthaut, M., Böhle, C., and Brügger, S. (2009): An Organizational Knowledge Ontology for Automotive Supply Chains. In Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing. 4th International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2009, Linz, Austria, August 31 - September 2, 2009. Proceedings, V. Marik, T. Strasser and A. Zoitl, Eds. Springer, Berlin, Heidelberg, 37-46.
- [12] Holmström, J., Framling, K., Tuomi, J., Karkkainen, M., and Ala-Risku, T. (2002): Intelligent product agents: the key to implementing collaboration process networks? International Journal of Logistics Management 13, 2, 39–50.
- [13] Kauremaa, J., Smaros, J., Holmström, J. (2009): Patterns of vendor-managed inventory: findings from a multiple-case study. International Journal of Operations & Production Management 29, 11, 1109-1139

- [14] Kilger, C., Reuter, B., and Stadtler, H. (2008): Collaborative Planning. In Supply chain management and advanced planning. Concepts, models, software, and case studies, H. Stadtler and C. Kilger, Eds. Springer, Berlin, 263-284.
- [15] Moyaux, T., Chaib-draa, B., and D'Amours, S. (2006): Supply chain management and multiagent systems: an overview. In Multiagent-Based Supply Chain Management, B. Chaib-draa and J. Müller, Eds. Studies in Computational Intelligence. Springer, Berlin, 1-27.
- [16] Sarmiento, A. M., Nagi, R. (1999): A Review of Integrated Analysis of Production-Distribution Systems. In IEE Transactions 31, S. 1061-1074
- [17] Stadtler, H. 2009. A framework for collaborative planning and state-of-the-art. OR Spectrum 31, 5-30.
- [18] Stadtler, H. and Kilger, C., Eds. (2008): Supply chain management and advanced planning. Concepts, models, software, and case studies. Springer, Berlin.
- [19] Vahrenkamp, R. (2005): Logistik. Oldenbourg, München.





# Kontextbasierte Eventerkennung in der Logistik mit drahtloser Sensornetztechnologie

**Sebastian Zöller, Andreas Reinhardt, Ulrich Lampe, André Miede, Ralf Steinmetz**

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Multimedia Kommunikation, 64283 Darmstadt,  
E-Mail: {Sebastian.Zoeller, Andreas.Reinhardt, Ulrich.Lampe,  
Andre.Miede, Ralf.Steinmetz}@KOM.tu-darmstadt.de

## Abstract

Eine lückenlose Echtzeitüberwachung von Logistikprozessen erlaubt es Events frühzeitig zu erkennen und auf diese angemessen zu reagieren und eröffnet das Potential Haftungsfragen leichter zu klären und Versicherungsprämien zu senken. Mittels drahtloser Sensornetztechnologie wird eine entsprechende Echtzeiterkennung von und -benachrichtigung über Events in Logistikprozessen möglich. Diese muss aber sowohl kosten- und energieeffizient als auch kundenorientiert realisiert werden. Im vorliegenden Beitrag wird hierzu das Konzept der „übertragungsrelevanten Events“ vorgestellt und zur konkreten Umsetzung ein Scoresheet-basiertes Verfahren entwickelt. Die Effizienz und Vorteilhaftigkeit dieses Verfahrens im Vergleich zu anderen Verfahren zur Eventerkennung und -benachrichtigung im Rahmen einer Echtzeitüberwachung von Logistikprozessen wird mittels Simulationsexperimenten gezeigt.

## 1 Einleitung

Transportprozesse sind heute vermehrt etablierte Prozesse und werden oft im Sinne einer Commodity gesehen. Nichtsdestotrotz können während eines Gütertransports immer wieder unerwartet Ereignisse, so genannte „Events“, auftreten, die den Transportprozess oder den Zustand der transportierten Güter beeinflussen (vgl. z.B. [2] oder [11]). Das Erkennen solcher Events erfolgt heutzutage mittels Sichtkontrollen oder mit Technologien wie RFID (Radio Frequency Identification) i.d.R. Checkpunkt-basiert, z.B. an Umschlagpunkten bzw. bei Gefahrenübergängen. So kann zwischen Eintritt und Erkennung eines Events durchaus eine signifikante Zeitspanne vergehen, die zu verlängerten Reaktionszeiten und verringerten Reaktionsmöglichkeiten führt. Dementsprechend ist eine automatische, frühzeitige Eventerkennung lokal, direkt am Ort der Evententstehung und eine zugehörige Benachrichtigung, möglichst in Echtzeit, wünschenswert, um bspw. frühzeitig Anpassungen des betroffenen Transportprozesses oder nachfolgender Prozesse vornehmen zu können. Weiterhin trägt eine solche Transportüberwachung mit lokaler Eventerkennung in Echtzeit dazu bei Haftungsfragen leichter klären zu können und eröffnet neue Möglichkeiten zur Senkung von

Versicherungsprämien (vgl. [13]). Die Entwicklungen auf dem Gebiet drahtloser Sensornetztechnologie bieten nun die Möglichkeit, eine solche lokale Echtzeiterkennung von Events und eine entsprechende Benachrichtigung zuständiger Entscheidungsträger während eines Transportprozesses zu realisieren (vgl. z.B. [9]). Somit kann die Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines Events, dem Erkennen des Events und der Benachrichtigung eines verantwortlichen Entscheidungsträgers auf ein Minimum reduziert werden und ein entsprechend höheres Maß an Supply Chain Visibility erreicht werden. Um dieses Potential der drahtlosen Sensornetztechnologie im Logistikkontext ausschöpfen zu können, gilt es, verschiedene Anforderungen zu berücksichtigen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei ein kosten- und energieeffizienter Betrieb sowie eine ausreichende Kundenorientierung (vgl. [16]). Als Möglichkeit zur Realisierung einer solchen kosten- und energieeffizienten, kundenorientierten Eventerkennung in Transportprozessen mittels drahtloser Sensornetztechnologie wird im vorliegenden Beitrag ein kontextbewusstes Scoresheet-basiertes Verfahren vorgeschlagen.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: In Abschnitt 2 werden zunächst das Potential und die Anforderungen für die Anwendung drahtloser Sensornetztechnologie in der Transportlogistik beschrieben. Abschnitt 3 führt das Konzept der „übertragungsrelevanten Events“ als Grundlage für eine nutzerorientierte, kosten- und energieeffiziente Eventerkennung in Transportprozessen mittels drahtloser Sensornetztechnologie ein. Die konkrete Realisierung dieses Konzepts mittels eines Scoring-basierten Ansatzes wird in Abschnitt 4 beschrieben. Dieser Ansatz wurde mittels einer Simulation evaluiert, deren Ergebnisse in Abschnitt 5 dargestellt werden. Abschnitt 6 beschließt den Beitrag mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## **2 Drahtlose Sensornetze – Einsatzpotential in der Logistik**

Drahtlose Sensornetze bestehen aus einzelnen, i.d.R. kleinen, drahtlosen Sensorknoten, die gemeinsam ein drahtloses Sensornetz bilden. Diese drahtlosen Sensorknoten können unterschiedlichste Umweltparameter überwachen, z.B. Temperatur, Stöße, Kippwinkel oder Gaskonzentrationen und drahtlos miteinander und mit anderen Systemen kommunizieren. Weiterhin besitzen sie eine Recheneinheit mit Prozessor und Speicherkapazität, sodass erfasste Sensordaten lokal auf den drahtlosen Sensorknoten ausgewertet werden können. Ihre Energie beziehen drahtlose Sensorknoten i.d.R. aus Batterien (vgl. [1]). Mit diesen Sensor-, Kommunikations-, Berechnungs- und Speicherfähigkeiten stellt drahtlose Sensornetztechnologie eine vielversprechende Technologie für eine mögliche Realisierung des Internets der Dinge dar und besitzt ein hohes Anwendungspotential im Bereich der Logistik (vgl. z.B. [4], [9]). So können drahtlose Sensorknoten z.B. in LKWs, Containern oder direkt in einzelnen Packstücken ausgebracht werden, um güterspezifische kritische Umweltparameter kontinuierlich während eines Transportprozesses zu erfassen und lokal gegen gegebene Grenzwerte zu vergleichen, um im Falle einer Grenzwertüberschreitung eine entsprechende Alarmnachricht durch das Sensornetzwerk und über einen so genannten „Gatewayknoten“ an einen verantwortlichen Entscheidungsträger zu senden. Beispielsweise können Sensorknoten in diesem Zusammenhang zur Echtzeit-Überwachung der Temperatur beim Transport temperaturempfindlicher Ware eingesetzt werden, zur Echtzeit-Überwachung von Gaskonzentrationen beim Transport von Lebewesen oder auch zum Erkennen von Erschütterungen beim Transport erschütterungsempfindlicher Güter. Im Vergleich zu

heutigen Methoden der Erkennung von Events in Transportprozessen, hier also der Verletzung vorgegebener kritischer Umweltparameter, z.B. mittels Sichtprüfungen der transportierten Güter, Klebeindikatoren oder auch RFID-Technologie wird es somit möglich, eine lokale Eventerkennung in Echtzeit zu realisieren und die Zeit zwischen Eventeintritt, Eventerkennung und Eventbenachrichtigung auf ein Minimum zu reduzieren.

Da die Eventerkennung insbesondere im Kontext des Supply Chain Event Managements (SCEM) von entscheidender Bedeutung ist, kann auch gerade in diesem Bereich drahtlose Sensornetztechnologie besonders nutzbringend eingesetzt werden, was zu ersten Entwicklungen in Richtung eines Mobile Supply Chain Event Managements geführt hat (vgl. z.B. [12]). Mit den Eigenschaften und Fähigkeiten der Technologie können im Speziellen die SCEM-Funktionen „Monitor“, „Notify“ und „Measure“ (vgl. zu diesen z.B. [8]) realisiert oder zumindest maßgeblich unterstützt werden. Hierbei können drahtlose Sensorknoten das Prozessmonitoring und die Soll-Ist-Vergleiche zur Eventerkennung im Rahmen der Monitor-Funktion lokal realisieren. Mittels ihrer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle kann bei einem Eventeintritt die Benachrichtigung zuständiger Entscheidungsträger in Echtzeit im Sinne der Notify-Funktion erfolgen. Die lokale Speicherung der erhobenen Daten auf den Sensorknoten macht eine nachträgliche Prozessbewertung möglich und bietet eine Datenbasis für langfristige Prozessanalysen im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses. Somit kann auch die Measure-Funktion im Kontext des SCEM unterstützt werden.

Zur erfolgreichen Realisierung des skizzierten Anwendungspotentials ist eine umfassende Berücksichtigung unterschiedlicher Anforderungen notwendig. Diese Anforderungen können verschiedenen Ursprungs sein. Entsprechend wurden in [16] vier Anforderungskategorien unterschieden, die für den Einsatz drahtloser Sensornetztechnologie in Logistikprozessen zu berücksichtigen sind:

- Technologische Anforderungen: Anforderungen, die sich aus den Eigenschaften und Beschränkungen der eingesetzten Technologie ergeben, z.B. energieeffizienter Betrieb aufgrund der eingeschränkten Energievorräte in drahtlosen Sensornetzwerken.
- Regulatorische Anforderungen: Anforderungen, die sich aus gesetzlichen Regelungen oder Standards ergeben, z.B. verfügbare Frequenzbänder für die Datenübertragung.
- Ökonomische und organisationale Anforderungen: Anforderungen, die sich aus ökonomischen Gegebenheiten und der potentiellen Notwendigkeit einer Systemintegration ergeben, z.B. Kosten-Nutzen-Verhältnis des Einsatzes einer drahtlosen Sensornetzlösung.
- Logistikmarkt-spezifische Anforderungen: Anforderungen, die sich aus den Eigenheiten des Logistikmarkts ergeben, z.B. der vorherrschende enorme Kostendruck und die dringende Notwendigkeit der Erfüllung von Kundenanforderungen.

Zwischen einzelnen Anforderungskategorien können Abhängigkeiten festgestellt werden, sodass entsprechende Trade-Off-Effekte zu berücksichtigen sind. Demzufolge dürfen die verschiedenen Anforderungen nicht isoliert voneinander betrachtet werden.

Die Forschung auf dem Gebiet der drahtlosen Sensornetze i.Allg. als auch im Speziellen im Umfeld deren Einsatzes in der Logistikdomäne ist i.d.R. stark technologisch getrieben (vgl. [16]). Demzufolge liegt hier ein großer Fokus auf den technologischen Anforderungen,

sodass z.B. die Realisierung eines energieeffizienten Betriebes durch die Entwicklung neuer Kompressionsverfahren oder energiebewusster Kommunikationsprotokolle verfolgt wird. Aus unserer Sicht ist allerdings insbesondere auch die Berücksichtigung ökonomischer und organisationaler Anforderungen als auch der logistikmarkt-spezifischen Anforderungen in diesem Kontext von grundlegender Bedeutung, im Besonderen Kosteneffizienz und Nutzerorientierung. Entsprechend haben wir ein Konzept entwickelt, das Abhängigkeiten zwischen den Anforderungskategorien ausnutzt, um so eine kosten- und energieeffiziente, nutzerorientierte Erkennung von Events in Transportprozessen mittels drahtloser Sensornetztechnologie zu realisieren. Dieses Konzept basiert auf der Kategorisierung von Events in übertragungsrelevante und nicht-übertragungsrelevante Events, wie sie in Abschnitt 3 eingeführt werden, und der Nutzung eines Scoresheet-basierten Verfahrens zur lokalen Erkennung von übertragungsrelevanten Events auf drahtlosen Sensorknoten, welches in Abschnitt 4 erläutert wird.

### **3 Übertragungsrelevanz als Grundkonzept zur kontextbewussten Eventkategorisierung**

Als zentrale Anforderungen für einen erfolgreichen Einsatz drahtloser Sensornetze zur Eventerkennung in Logistikprozessen wurden in Abschnitt 2 ein sowohl kosten- als auch energieeffizienter Betrieb und eine ausreichende Nutzerorientierung identifiziert. Da die drahtlose Übertragung von Eventinformationen im Vergleich zur Datenspeicherung und Durchführung von Berechnungen auf einem drahtlosen Sensorknoten nicht nur den Energieverbrauch eines drahtlosen Sensorknotens, sondern auch die Kosten im Betrieb durch das Versenden von Nachrichten über kostenpflichtige Kommunikationskanäle, wie Mobilfunknetze oder Satellitenverbindungen, maßgeblich beeinflusst und auch die richtige Informationsmenge und -qualität entscheidend zur Nutzerzufriedenheit in diesem Kontext beiträgt (vgl. [5], [6]), haben wir das Konzept der „übertragungsrelevanten Events“ entwickelt (vgl. [15]). Dieses nutzen wir als Grundlage für eine kontextbewusste, lokale Eventfilterung auf drahtlosen Sensorknoten, die in Transportprozessen zur Eventerkennung eingesetzt werden, um durch eine Minimierung der Datenübertragungen eine Optimierung im Bereich Energie und monetäre Kosten bei ausreichender Informationsmenge und -qualität zu erzielen.

Da in Abschnitt 2 insbesondere das Anwendungspotential drahtloser Sensornetztechnologie im Bereich des SCEM aufgezeigt werden konnte, nutzt das Konzept der übertragungsrelevanten Events das Grundverständnis des Eventbegriffes, wie es insbesondere auch dort verwendet wird. Somit stellen Events in unserem Kontext für bestimmte Adressaten wesentliche Statusveränderungen dar und sind dementsprechend kontextabhängig und signalisieren einen Handlungsimpuls (vgl. z.B. [2], [11]). Diese Events besitzen i.Allg. unterschiedliche Auswirkungen auf die Transportgüter und die betroffenen Prozesse, bspw. in Abhängigkeit des Zeitpunktes ihres Auftretens oder des Ausmaßes der Statusveränderung. Folglich weisen die zugehörigen Eventinformationen auch unterschiedliche Informationswerte abhängig vom aktuellen Kontext, z.B. in Abhängigkeit der Auswirkungen des eingetretenen Events, auf. Weiterhin können auch die Kosten zur Übertragung von Eventinformationen, sowohl im Sinne monetärer Kosten als auch im Sinne des Energieverbrauchs, kontextabhängig unterschiedlich sein. Basierend auf ihrem Informationswert und den potentiell entstehenden Kosten für eine Übertragung der Eventinformationen,

schlagen wir eine Kategorisierung von Events in „übertragungsrelevante Events“ und „nicht-übertragungsrelevante Events“ vor. Ein Event soll dann übertragungsrelevant genannt werden, wenn sein Informationswert größer oder gleich den Übertragungskosten ist und nicht-übertragungsrelevant, wenn der Informationswert kleiner den Übertragungskosten ist (vgl. Gleichungen (1) und (2)).

$$\text{Übertragungsrelevantes Event}_{E_x} \Leftrightarrow \text{Informationswert}_{E_x} \geq \text{Übertragungskosten}_{E_x} \quad (1)$$

$$\text{Nicht-übertragungsrelevantes Event}_{E_x} \Leftrightarrow \text{Informationswert}_{E_x} < \text{Übertragungskosten}_{E_x} \quad (2)$$

Diese Kategorisierung von Events soll am Ort der Eventerkennung, also lokal auf einem drahtlosen Sensorknoten, erfolgen, um so die Datenübertragung auf übertragungsrelevante Eventinformationen zu beschränken, sodass nur Informationen übertragen werden, die es „wert“ sind, übertragen zu werden. Somit wird ein Konzept benötigt, mit dem der Informationswert eines Events und die Übertragungskosten für die Eventinformationen effizient und kontextbewusst lokal auf einem drahtlosen Sensorknoten bestimmt werden können. Hierfür haben wir das im Folgenden beschriebene Scoresheet-basierte Verfahren entwickelt.

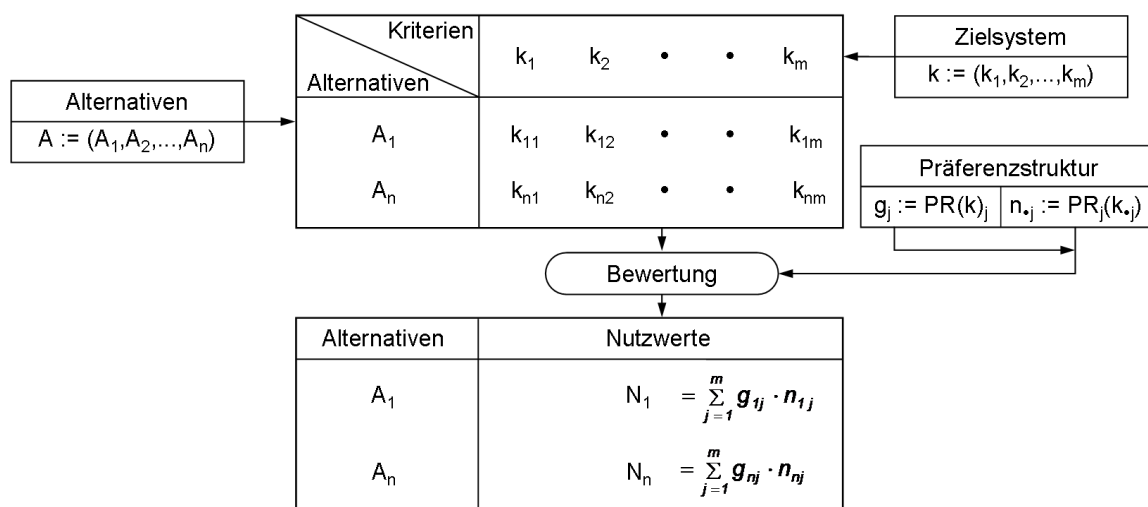
#### 4 Scoresheet-basiertes Verfahren zur lokalen Erkennung übertragungsrelevanter Events

In dem hier betrachteten Szenario der Eventerkennung in Transportprozessen gilt es zunächst zu berücksichtigen, dass an dem entsprechenden Transportprozess unterschiedliche Stakeholder mit unterschiedlichen Interessen beteiligt sind. Außerdem ist davon auszugehen, dass unterschiedliche Güter mit unterschiedlichen Eigenschaften und Empfindlichkeiten gegenüber unterschiedlichen Events transportiert werden. Weiterhin beeinflussen i.Allg. verschiedene Umweltparameter den Güterzustand auch simultan, sodass Umweltparameter mit verschiedenen Maßeinheiten gleichzeitig zu überwachen sind. Somit ist festzustellen, dass zur Erkennung übertragungsrelevanter Events in diesem Kontext unterschiedliche Informationsbedürfnisse und entsprechend unterschiedliche Informationsbewertungen zu berücksichtigen sind. Folglich muss zur Kategorisierung von Events in übertragungsrelevante und nicht-übertragungsrelevante Events, und somit also zur Bestimmung von Informationswert und Übertragungskosten eines Events, ein Verfahren angewendet werden, das ausreichend flexibel und individuell anpassbar ist und auch multidimensionale Zielsysteme unterstützt. Scoring-Verfahren weisen diese Eigenschaften auf (vgl. [14]). Sie werden auch als Punktbewertungsverfahren oder Nutzwertanalyse bezeichnet und dienen i.Allg. dazu, systematisch Alternativen zu vergleichen und mittels einer Bewertung zu sortieren, um Handlungsempfehlungen ableiten zu können, insbesondere wenn nicht ohne Weiteres quantifizierbare Bewertungskriterien zu berücksichtigen sind, z.B. bei der Auswahl geeigneter Absatzkanäle oder EDV-Systeme (vgl. [3]). Dementsprechend erscheint die Entwicklung eines Verfahrens zur Kategorisierung von Events in übertragungsrelevante und nicht-übertragungsrelevante Events im beschriebenen Kontext auf Basis des Prinzips der Scoring-Verfahren als vielversprechend. Konkret haben wir ausgehend vom allgemeinen Aufbau von Scoring-Modellen (vgl. Bild 1) ein Scoresheet entwickelt, das auf einem drahtlosen Sensorknoten eingesetzt werden kann, um lokal bei jedem Eventauftritt das aufgetretene Event aufgrund des Vergleiches seines

Informationswerts und der Übertragungskosten, wie in Gleichungen (1) und (2) beschrieben, als übertragungsrelevant oder nicht-übertragungsrelevant zu kategorisieren.

Ausgehend von der beschriebenen Grundidee, Events in übertragungsrelevante und nicht-übertragungsrelevante zu unterscheiden und nur für die übertragungsrelevanten Events Eventinformationen zu übertragen, stellen die beiden Kategorien „übertragungsrelevantes Event“ und „nicht-übertragungsrelevantes Event“ die im Rahmen des Scorings zu bewertenden Alternativen dar, bzw. hieraus abgeleitet die Handlungsalternativen „Eventinformationen übertragen“ und „Eventinformationen nicht übertragen“.

Hinsichtlich des zu berücksichtigenden Zielsystems kann auf Basis der in Abschnitt 2 dargestellten Anforderungen vor dem Hintergrund des hohen Kostendrucks und der eingeschränkten Energieressourcen als oberstes Ziel Effizienz, sowohl im Sinne der Kosteneffizienz als auch im Sinne der Energieeffizienz, identifiziert werden. Diese Effizienzaspekte sind bereits dem Konzept der übertragungsrelevanten Events inhärent, da dort zur Kategorisierung sowohl die monetären als auch die Energiekosten der Datenübertragung mit dem Informationswert des zu kategorisierenden Events verglichen werden. Folglich können Informationswert und Übertragungskosten eines Events als Hauptkriterien für eine Operationalisierung des Zielsystems in Form der Kriterienmenge  $k$  (vgl. Bild 1) abgeleitet werden. Um nun aber tatsächlich ein Scoring zur Eventkategorisierung lokal auf einem drahtlosen Sensorknoten durchführen zu können, müssen diese beiden Hauptkriterien weiter detailliert und auf einem drahtlosen Sensorknoten bewertbar gemacht werden.



**Bild 1:** Allgemeiner Aufbau von Scoring-Modellen (basierend auf [14])

Wie bereits erwähnt lassen sich im Zusammenhang mit der Detaillierung des Hauptkriteriums Übertragungskosten monetäre Kosten und der Energieverbrauch zur Datenübertragung unterscheiden. Vor dem Hintergrund einer möglichst langen Lebensdauer des einzelnen Sensorknotens gilt es weiterhin zu berücksichtigen, dass hier nicht nur der absolute Energieverbrauch relevant ist, sondern dieser Wert auch in Relation zu dem zum Zeitpunkt des Scorings noch auf dem Sensorknoten vorhandenen Energievorrat zu bewerten ist, denn eine Datenübertragung ist relativ gesehen umso teurer, umso weniger Energie noch vorhanden ist. So ist z.B. eine Datenübertragung relativ gesehen teurer, wenn bei einer noch langen zu überwachenden Transportzeit nur noch wenig Energie zur Verfügung steht

als wenn für dieselbe Transportzeit noch hohe Energiereserven verfügbar sind. Somit lassen sich als detaillierte und operational auf einem Sensorknoten bewertbare Kriterien für das Hauptkriterium Übertragungskosten die drei Kriterien *Energiekosten der Datenübertragung*, *monetäre Kosten der Datenübertragung* und *aktuelle Energiereserven* ableiten.

Für die Detaillierung und Operationalisierung des Hauptkriteriums Informationswert nutzen wir aus, dass Events unterschiedliche Auswirkungen auf die transportierten Güter und den Transportprozess haben können. Hieraus kann für den Informationswert eines Events abgeleitet werden, dass dieser umso größer ist, umso folgenreicher die Auswirkungen des Events sind. Hierauf aufbauend können nun detailliertere, auf einem drahtlosen Sensorknoten bewertbare Kriterien für das Hauptkriterium Informationswert abgeleitet werden.

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass ein Event, welches mit einem drahtlosen Sensorknoten erkannt wird, also i.d.R. eine Veränderung eines oder mehrerer messbarer Umweltparameter wie eine Temperaturüberschreitung oder ein Stoß, den transportierten Gütern einen Schaden zufügt, z.B. deren Haltbarkeit verringert oder mechanische Beschädigungen hervorruft. Entsprechend besitzen Events i.d.R. physische Auswirkungen auf Transportgüter. Diese Auswirkungen sind abhängig vom Ausmaß der Überschreitung güterspezifischer Grenzwerte und der Dauer einer solchen Überschreitung. Demzufolge leiten wir das *Ausmaß einer Grenzwertüberschreitung* und die *Dauer einer Grenzwertüberschreitung* als Indikatoren für das Ausmaß der physischen Auswirkungen eines Events ab und nutzen sie als zwei operationalisierte Kriterien, um das Hauptkriterium Informationswert zu bestimmen.

Physische Auswirkungen eines Events auf ein Transportgut wirken sich auch direkt auf den Wert des transportierten Guts aus, sodass Events auch monetäre Auswirkungen zugeordnet werden können. Diese können z.B. in einer Wertminderung des Transportguts oder in fälligen Straf- bzw. Versicherungszahlungen bestehen. Hier gehen wir davon aus, dass das Ausmaß der monetären Auswirkungen eines Events mit dem Wert des Transportguts korreliert, sodass der Güterwert als Indikator für die direkten monetären Auswirkungen eines Events und somit als ein weiteres abgeleitetes Kriterium für den Informationswert eines Events verwendet werden kann.

Neben den physischen und direkten monetären Auswirkungen wirkt sich ein Event i.d.R. auch negativ auf die Kundenzufriedenheit aus. Dies beeinflusst wiederum die Beziehung zwischen Logistikdienstleister und Kunden negativ und hat u.a. potentiell Auswirkungen auf den Customer Lifetime Value. Demzufolge können einem Event auch negative indirekte monetäre Auswirkungen zugeordnet werden, deren Schwere in direktem Zusammenhang mit dem Wert eines Kunden für den Logistikdienstleister steht. Daher kann der *Kundenwert* als Indikator für das Ausmaß der indirekten monetären Auswirkungen eines Events und somit als weiteres operationalisiertes Kriterium für den Informationswert verwendet werden.

Die Folgen eines Events sind auch davon abhängig welche Reaktionsmöglichkeiten auf den Eventeintritt einem Entscheidungsträger zum Zeitpunkt des Eventauftretts bzw. der Eventbenachrichtigung noch zur Verfügung stehen. Hier kann festgestellt werden, dass typischerweise die aktuelle Position in der Supply Chain zum Eintrittszeitpunkt eines Events die verfügbaren Reaktionsmöglichkeiten beeinflusst. Außerdem können z.B. Fälle eintreten, in denen ein Event kurz vor Erreichen eines Umschlagpunktes auftritt. In solchen Fällen kann es sinnvoll sein, auf eine Übertragung der Eventinformationen zu verzichten, da das Event

innerhalb einer akzeptablen Zeitspanne am folgenden Umschlagpunkt erkannt werden kann oder keine Auswirkungen besitzt, da die Güter innerhalb einer akzeptablen Zeitspanne umgeschlagen oder ausgeliefert werden. Daher leiten wir die Zeit zum nächsten Umschlagpunkt als weiteres Kriterium zur Operationalisierung des Hauptkriteriums Informationswert ab, um so u.a. die aktuelle Position in der Supply Chain beim Eventauftritt zu berücksichtigen.

Insgesamt ergibt sich damit die folgende Menge  $k$  an operationalisierten, auf einem drahtlosen Sensorknoten bewertbaren Kriterien für das im Rahmen des Scorings zu berücksichtigende Zielsystem:

$$k := \{\text{Energiekosten der Datenübertragung, Monetäre Kosten der Datenübertragung, aktuelle Energiereserven, Ausmaß Grenzwertüberschreitung, Dauer Grenzwertüberschreitung, Güterwert, Kundenwert, Zeit zum nächsten Umschlagpunkt}\} \quad (3)$$

Zur Berücksichtigung und Operationalisierung der Präferenzstruktur eines Nutzers im Rahmen des Scorings gilt es nun noch eine Gewichtung für die einzelnen Kriterien in  $k$  zu ermöglichen (vgl. Bild 1). Auf Grundlage des Konzeptes der übertragungsrelevanten und nicht-übertragungsrelevanten Events wie in Gleichungen (1) und (2) dargestellt, kann abgeleitet werden, dass die beiden Hauptkriterien Informationswert und Übertragungskosten gleich zu gewichten sind. Dies bedeutet, dass die Summe der Gewichte der einzelnen oben für die beiden Hauptkriterien abgeleiteten Kriterien identisch sein muss. Wir arbeiten hier mit einem Gewicht von 50 Prozentpunkten. Für eine konkrete Bestimmung der einzelnen Gewichte existieren unterschiedliche Möglichkeiten (vgl. bspw. [3], [7]). Wir schlagen die Anwendung eines kombinierten Verfahrens aus paarweisem Kriterienvergleich und Verteilung einer fixen Punktzahl vor. Konkret schlagen wir vor in einem ersten Schritt im Rahmen eines paarweisen Kriterienvergleichs einem Kriterium  $k_i$  einen Wichtigkeitswert  $k_{ij}$  von 2 zuzuweisen, wenn dieses Kriterium vom betroffenen Nutzer als wichtiger als das Vergleichskriterium  $k_j$  erachtet wird. Werden beide Kriterien als gleich wichtig erachtet, soll ein Wichtigkeitswert  $k_{ij}$  von 1 zugewiesen werden, wird Kriterium  $k_i$  als weniger wichtig als Kriterium  $k_j$  erachtet, ein Wichtigkeitswert  $k_{ij}$  von 0. Um anschließend den gesamten relativen Gewichtungsfaktor eines Kriteriums  $k_i$  zu ermitteln, wird ein relativer Gewichtungsfaktor für dieses Kriterium durch Division der Summe aller relativen Wichtigkeitswerte für dieses Kriterium durch die Summe aller relativen Wichtigkeitswerte aller betrachteten Kriterien vorgenommen.

Durch diesen relativen Gewichtungsfaktor ist das relative Gewicht für ein Kriterium  $k_i$  bestimmt. Zur Bestimmung des spezifischen absoluten Gewichts des Kriteriums schlagen wir in unserem Ansatz vor, das Verfahren der Verteilung einer festen Punktzahl zu verwenden. Ausgehend von der oben beschriebenen Gleichgewichtung der beiden Hauptkriterien Informationswert und Übertragungskosten mit 50 Prozentpunkten, schlagen wir vor jeweils diese 50 Prozentpunkte, die die Summe der Subkriterien eines Hauptkriteriums bilden sollen, auf die Kriterien dadurch zu verteilen, dass der relative Gewichtungsfaktor mit diesen 50 Prozentpunkten multipliziert wird. Dies führt zur Bestimmung eines Gewichts für ein Kriterium  $k_i$  wie in Gleichung (4) beschrieben.

$$\text{Gewicht}(k_i) = g(k_i) = \text{relativer Gewichtungsfaktor}(k_i) \cdot 50\% = \frac{\sum_j k_{ij}}{\sum_i \sum_j k_{ij}} \cdot 50\% \quad (4)$$



Nachdem die Alternativenmenge A und die Kriterienmenge k hergeleitet wurden und dargestellt wurde, wie den einzelnen Kriterien in k systematisch Gewichte zugeordnet werden können, wird dieser Input in ein Scoresheet integriert (vgl. Bild 2). Dieses Scoresheet wird nun bei jedem Eventauftritt mit den gegebenen Inputparametern und auf Basis einer Sieben-Punkt-Likert-Skala anhand des aktuellen Kontextes auf dem drahtlosen Sensorknoten ausgewertet, sodass nun Events lokal als übertragungsrelevant und nicht-übertragungsrelevant kategorisiert werden können und entsprechend eine Übertragung der korrespondierenden Eventinformationen veranlasst wird oder nicht. Die konkrete Entscheidung, ob ein Event als übertragungsrelevant oder nicht-übertragungsrelevant eingeordnet wird erfolgt basierend auf der Definition übertragungsrelevanter Events (vgl. Gleichungen (1) und (2)) durch Subtraktion der Summe der gewichteten Scores der Kriterien des Hauptkriteriums Übertragungskosten von der Summe der gewichteten Scores der Kriterien des Hauptkriteriums Informationswert. Wenn diese Differenz einen Wert größer oder gleich Null aufweist, wird das Event als übertragungsrelevant eingeordnet und die Eventinformationen übertragen. Weist die Differenz einen Wert kleiner Null auf, wird das Event als nicht-übertragungsrelevant kategorisiert und die Eventinformationen entsprechend nicht übertragen.

Kriterien:	Gar nicht 0	Mittel 3	Maximum 6	Score	Gewicht (%)	Gewichteter Score
<b>Informationswert</b>						
▪ Ausmaß Grenzwert- überschreitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{IW_1}$	$GS_{IW_1} = g_{IW_1} \cdot S_{IW_1}$
▪ Dauer Grenzwert- überschreitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{IW_2}$	$GS_{IW_2} = g_{IW_2} \cdot S_{IW_2}$
▪ Güterwert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{IW_3}$	$GS_{IW_3} = g_{IW_3} \cdot S_{IW_3}$
▪ Kundenwert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{IW_4}$	$GS_{IW_4} = g_{IW_4} \cdot S_{IW_4}$
▪ Zeit zum nächsten Umschlagpunkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{IW_5}$	$GS_{IW_5} = g_{IW_5} \cdot S_{IW_5}$
<b>Übertragungskosten</b>						
▪ Energiekosten der Datenübertragung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{ÜK_1}$	$GS_{ÜK_1} = g_{ÜK_1} \cdot S_{ÜK_1}$
▪ Monetäre Kosten der Datenübertragung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{ÜK_2}$	$GS_{ÜK_2} = g_{ÜK_2} \cdot S_{ÜK_2}$
▪ Aktuelle Energiereserven	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$S_{ÜK_3}$	$GS_{ÜK_3} = g_{ÜK_3} \cdot (6 - S_{ÜK_3})$
Gesamtscore =						$\sum_{i=1}^5 GS_{IW_i} - \sum_{j=1}^3 GS_{ÜK_j}$

Bild 2: Scoresheet zur lokalen Erkennung übertragungsrelevanter Events

## 5 Simulation – Experimente und Ergebnisse

Um die Effizienz unseres Scoresheet-basierten Verfahrens zu untersuchen, haben wir verschiedene Simulationen eines temperaturgeführten Transportes mit einer Transportdauer von fünf Tagen durchgeführt. Hierbei haben wir unser Verfahren mit einem *periodischen Reporting-Verfahren* verglichen und einem *Grenzwert-basierten Verfahren*. Das periodische Reporting-Verfahren versendet in regelmäßigen Abständen Statusnachrichten. Das Grenzwert-basierte Verfahren vergleicht auf einem drahtlosen Sensorknoten die aktuellen Messwerte mit vorgegebenen Grenzwerten und erkennt ein Event bei einer Grenzwertverletzung. Nur in diesem Fall werden entsprechende Informationen übertragen.

Da unserem Verfahren die Idee zugrunde liegt, lokal auf einzelnen drahtlosen Sensorknoten über das Versenden von Eventinformationen zu entscheiden, haben wir uns in den Simulationen auf die Betrachtung des Verhaltens eines einzelnen drahtlosen Sensorknotens konzentriert. Als Vergleichskriterium zwischen den Verfahren verwenden wir die Anzahl der versendeten Datenpakete und den Energieverbrauch des drahtlosen Sensorknotens, aus dem wir die am Ende des simulierten Transportprozesses verbleibende Energie ableiten. Als initiales Energiebudget verwenden wir einen Wert von 10000 Joule. Dies entspricht ungefähr der Energie zweier wiederaufladbarer AA-Akkuzellen, welche in den meisten drahtlosen Sensorknoten als Energiequellen zum Einsatz kommen. Weiterhin nutzen wir in der Simulation die in Tabelle 1 angegebenen Energieverbräuche für die verschiedenen Betriebsmodi des Sensorknotens, die aus Datenblättern aktueller drahtloser Sensorknoten entnommen wurden.

Ruhezustand	Sensor-abtastung	Datenübertragung	Datenverarbeitung (Periodisch)	Datenverarbeitung (Grenzwert-basiert)	Datenverarbeitung (Scoresheet-basiert)
2 mJ (pro 10 Sekunden-Zyklus)	1 $\mu$ J	135 mJ	Keine Verarbeitung	1 mJ	5 mJ

**Tabelle 1: Energieverbrauchswerte für die Simulation verschiedener Betriebsmodi**

Bei der Simulation des periodischen Reporting-Verfahrens wurde auf Basis von [10] ein Abtast- und Sendeintervall für den simulierten drahtlosen Sensorknoten von 10 Sekunden gewählt. Für die Simulation des Grenzwert-basierten Ansatzes und unseres Scoresheet-basierten Ansatzes wurden basierend auf den Angaben in [6] Temperaturgrenzwerte von 8°C und 15°C gewählt. Weiterhin wurden für die Simulation unseres Scoresheet-basierten Verfahrens die in Tabelle 2 angegebenen Parameter verwendet.

	0	1	2	3	4	5	6	Gewicht (in %)
Ausmaß Grenzwert-überschreitung <sup>1</sup>	0%	]0%,10%], ]0%,-10%]	]10%,20%], ]-10%,-20%]	]20%,30%], ]-20%,-30%]	]30%,40%], ]-30%,-40%]	]40%,50%], ]-40%,-50%]	>+50%, <-50%	12.5
Dauer Grenzwert-überschreitung <sup>1</sup>	0	]0h,2h]	]2h,4h]	]4h,6h]	]6h,10h]	]10h,16h]	>16 h	20
Güterwert <sup>2</sup>						X		2.5
Kundenwert <sup>2</sup>				X				2.5
Zeit zum nächsten Umschlagpunkt <sup>1</sup>	[0,1/7[	[1/7,2/7[	[2/7,3/7[	[3/7,4/7[	[4/7,5/7[	[5/7,6/7[	[6/7,7/7[	12.5
Energiekosten der Datenübertragung <sup>2</sup>				X				8.5
Monetäre Kosten der Datenübertragung <sup>2</sup>				X				8.5
Aktuelle Energie-reserven <sup>1</sup>	[0,1/7[	[1/7,2/7[	[2/7,3/7[	[3/7,4/7[	[4/7,5/7[	[5/7,6/7[	[6/7,7/7[	33

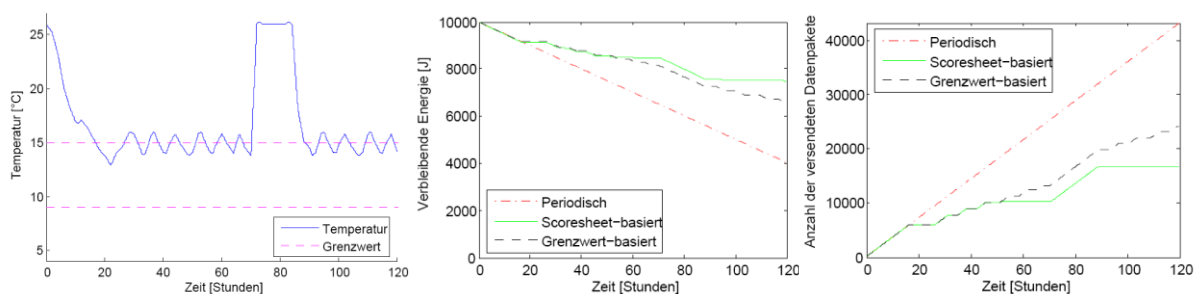
<sup>1</sup> dynamische Auswertung während des Transports

<sup>2</sup> statischer Wert, vor dem Transport definiert

**Tabelle 2: Scoresheet-Parameter für die Simulation des Scoresheet-basierten Verfahrens**

Die Ergebnisse unserer Simulationen können Bild 3 entnommen werden. Wie erwartet wächst die kumulierte Anzahl an übertragenen Datenpaketen für das periodische Verfahren linear mit dem gewählten Sensor- und Sendeintervall von 10 Sekunden. Dies führt im Vergleich zu den beiden anderen Verfahren zu einem höheren Energieverbrauch, der ein schnelleres Absinken der verbleibenden Energiereserven des drahtlosen Sensorknotens verursacht und zu einer entsprechend kürzeren Lebenszeit des drahtlosen Sensorknotens führt. Im Vergleich zwischen Grenzwert-basiertem Verfahren und Scoresheet-basiertem

Verfahren werden die Vorteile einer lokalen Kategorisierung von Events in übertragungsrelevante und nicht-übertragungsrelevante Events anhand des entwickelten Verfahrens ersichtlich. Zu Beginn der Simulation verhalten sich beide Verfahren noch ähnlich, da anfangs hohe Temperaturüberschreitung von mehr als 10°C sowohl beim Grenzwert-basierten Verfahren als auch, u.a. aufgrund des Ausmaßes der Grenzwert-überschreitung, beim Scoresheet-basierten Verfahren eine entsprechende Datenübertragung auslöst. Die später auftretenden geringen, kurzzeitigen Temperaturüberschreitungen führen dann allerdings dazu, dass beim Grenzwert-basierten Verfahren immer wieder Datenübertragungen initiiert werden, beim Scoresheet-basierten Verfahren diese ab dem Erreichen einer bestimmten Energiereserve allerdings aufgrund ihrer kurzen Dauer und ihres geringen Ausmaßes als nicht-übertragungsrelevante Events kategorisiert werden und keine Datenübertragungen stattfinden. Dies führt zu Einsparungen an Datenübertragungen und Energie. Beim Auftreten der massiven Grenzwertüberschreitung nach ca. 70 Stunden verhalten sich der Grenzwert-basierte Ansatz und der Scoresheet-basierte Ansatz wieder nahezu gleich, da aufgrund des hohen Ausmaßes der Temperaturüberschreitung und auch der Dauer dieses Event vom Scoresheet-basierten Verfahren wieder als übertragungsrelevant identifiziert wird und deshalb eine Datenübertragung stattfindet. Zusammenfassend kann über den gesamten Simulationsverlauf festgestellt werden, dass der Scoresheet-basierte Ansatz im Vergleich zu den beiden anderen Verfahren sowohl im Bereich der kumulierten Anzahl an Datenübertragungen als auch im Bereich der Energieeffizienz (abgebildet in Form der noch verbleibenden Energie am Ende des simulierten Transportes) am besten abschneidet. Dies führt nicht nur zu einer längeren Lebenszeit des drahtlosen Sensorknotens, sondern durch die geringere Anzahl an Datenübertragungen auch zu weniger kostenpflichtigen Funkverbindungen zur Datenübertragung an Entscheidungsträger, was sich positiv auf die Kosteneffizienz auswirkt. Letztlich kann aus Nutzersicht ebenfalls eine verbesserte Qualität der übertragenen Daten festgestellt werden, da die Datenübertragung explizit auf Basis der Nutzerpräferenzen erfolgt, wie sie im Scoresheet abgebildet wurden.



**Bild 3:** Temperaturkurve und Grenzwerte, Anzahl der versendeten Datenpakete und verbleibende Energie für einen simulierten Transport von 120 Stunden

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurde das Anwendungspotential drahtloser Sensornetztechnologie zur Echtzeit-Eventerkennung und -benachrichtigung in der Logistik skizziert und verschiedene Anforderungen für einen erfolgreichen Einsatz in diesem Kontext dargestellt. Hierbei wurden als besonders wichtige Anforderungen ein kosten- und energieeffizienter Betrieb und eine hohe Kundenzufriedenheit identifiziert. Als grundlegendes Konzept zur

expliziten Adressierung dieser Anforderungen wurde das Konzept der übertragungsrelevanten Events eingeführt. Zur Realisierung dieses Konzepts für eine effiziente, kontextbasierte Eventerkennung und -benachrichtigung in Transportprozessen mittels drahtloser Sensornetztechnologie wurde ein Scoresheet-basiertes Verfahren entwickelt. Im Rahmen von Simulationsexperimenten konnten die Effizienz und die Vorteilhaftigkeit des Verfahrens im Vergleich zu einem periodischen und einem Grenzwert-basierten Reporting-Verfahren gezeigt werden.

Da das aktuelle Verfahren nur die Handlungsalternativen Übertragen oder Nicht-Übertragen von Eventinformationen betrachtet, besteht hier u.a. die Möglichkeit das Verfahren noch um weitere Handlungsoptionen, wie z.B. das Speichern und spätere Versenden von momentan nicht-übertragungsrelevanten Eventinformationen zu erweitern. Außerdem gilt es Möglichkeiten für eine dynamische Veränderung des verwendeten Scoresheets zu untersuchen, um so eine Anpassung an sich ändernde Umstände zu ermöglichen.

## 7 Literatur

- [1] Akyildiz, IF; Su, W; Sankarasubramaniam, Y; Cayirci, E (2002): Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks* 38:393-422.
- [2] Bretzke, W-R; Klett, M (2004): Supply Chain Event Management als Entwicklungspotenzial für Logistikdienstleister. In: Beckmann, H (Hrsg.), *Supply Chain Management – Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen*. Springer, Berlin.
- [3] Domschke, W; Scholl, A (2005): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Eine Einführung aus entscheidungsorientierter Sicht. 3. Auflage. Springer, Berlin.
- [4] Fleisch, E; Mattern, F (Hrsg.) (2005): Das Internet der Dinge. Springer, Berlin.
- [5] Jedermann, R; Behrens, C; Laur, R; Lang, W (2007): Intelligent containers and sensor networks. In: Hülsmann, M; Windt, K (Hrsg.), *Understanding autonomous cooperation and control in logistics*. Springer, Berlin.
- [6] Jedermann, R; Schouten, R; Sklorz, A; Lang, W; van Kooten, O (2006): Linking keeping quality models and sensor systems to an autonomous transport supervision system. In: Kreyenschmidt, J; Petersen, B (Hrsg.), *Proceedings of the 2nd International Workshop Cold Chain Management*. Bonn.
- [7] Kahle, E (2001): Betriebliche Entscheidungen. 6. Auflage. Oldenbourg, München.
- [8] Nissen, V (2002): Supply Chain Event Management. *Wirtschaftsinformatik* 44(5): 477-480.
- [9] Ruiz-Garcia, L; Barreiro, P; Rodriguez-Bermejo, J; Robla, JI (2007): Review. Monitoring the intermodal, refrigerated transport of fruit using sensor networks. *Spanish Journal of Agricultural Research* 5(2):142-156.
- [10] Son, VQ; Wenning, B-L; Timm-Giel, A; Görg, C (2009): A model of wireless sensor networks using context-awareness in logistic applications. In: *Proceedings of the 9th International Conference on ITS Telecommunications*. Lille.

- [11] Stölzle, W. (2008): Supply Chain Event Management. In: Klaus, P; Krieger, W (Hrsg.), *Gabler Lexikon Logistik*. 4. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [12] Teuteberg, F; Weberbauer, M (2006): Mobile Supply Chain Event Management. In: Pfohl, H-C; Wimmer, T (Hrsg.), *Wissenschaft und Praxis im Dialog*. Deutscher Verkehrs-Verlag, Hamburg.
- [13] Traulsen, H; Kaffenberger, C; Pflaum, A (2010): Senkung der Versicherungsprämien bei Überlandtransporten mittels geeigneter Smart Object Technologien. In: Kolla, R (Hrsg.), *Tagungsband des 9. GI/ITG KuVS Fachgespräch Drahtlose Sensornetze*. Würzburg.
- [14] Zangemeister, C (1976): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. 4. Auflage. Wittemann, München.
- [15] Zöllner, S; Reinhardt, A; Meyer, M; Steinmetz, R (2010): A concept for cross-layer optimization of wireless sensor networks in the logistics domain by exploiting business knowledge. In: *Proceedings of the 35th IEEE Conference on Local Computer Networks*. Denver.
- [16] Zöllner, S; Reinhardt, A; Meyer, M; Steinmetz, R (2010): Deployment of wireless sensor networks in logistics – potential, requirements, and a testbed. In: Kolla, R (Hrsg.), *Tagungsband des 9. GI/ITG KuVS Fachgespräch Drahtlose Sensornetze*. Würzburg.



# Optimierung von stationsbasierten Bike-Sharing Systemen

Viola Ricker, Stephan Meisel, Dirk Mattfeld

Technische Universität Braunschweig, Lehrstuhl Decision Support, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: {v.ricker, stephan.meisel, d.mattfeld}@tu-braunschweig.de

## Abstract

Ein bedeutendes Problem in Bike-Sharing Systemen ist das im Betrieb entstehende Ungleichgewicht in der Verteilung der Fahrräder im System. Um einen reibungslosen Verlauf des Tagesgeschäfts zu gewähren, müssen Maßnahmen zur Repositionierung der Fahrräder getroffen werden. Bei der Repositionierung werden die Räder mit Transportfahrzeugen von Stationen mit Stellplatzbedarf zu Stationen mit Fahrradbedarf gebracht. In diesem Beitrag wird ein simulationsbasierter Optimierungsansatz zur Ermittlung der aufwandsoptimalen Anzahl der Repositionierungsvorgänge vorgestellt.

## 1 Einleitung

Umweltverschmutzung und verstopfte innerstädtische Straßen führen zu einem wachsenden Interesse an nachhaltigen Alternativen im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Die immer populärer werdenden [14] Bike-Sharing Systeme (BSS) stellen eine solche Alternative dar.

BSS bieten schnellen und flexiblen Zugang zum ÖPNV, steigern die allgemeine Akzeptanz des Fahrrades als städtisches Transportmittel und erhöhen den Anteil an nachhaltiger Mobilität (nach S. Bührmann [2]). Üblicherweise werden zwei Typen von BSS unterschieden:

- In *stationslosen BSS*, wie z.B. „Call a bike“, [4] welches die Deutsche Bahn AG in einigen deutschen Städten betreibt, schaltet ein Kunde ein Rad, welches er überall in der Stadt an Kreuzungen und gebündelt meist an Bahnhöfen finden kann, per Anruf frei und übermittelt den Abstellort nach der Nutzung ebenfalls per Telefon. Dabei sind die Räder nicht an bestimmte Abstellplätze gebunden. Einzige Restriktion ist, dass das Rad an einer größeren Kreuzung im Stadtgebiet abgestellt wird. Abgerechnet wird in solchen Systemen meist minutengenau.
- In *stationsbasierten BSS* werden den Kunden Fahrräder an über die Stadt verteilten Stationen zur Verfügung gestellt. Nach einmaliger Registrierung kann ein Nutzer sich spontan ohne Ankündigung mit einer Kreditkarte an einer Station identifizieren und ein Rad entnehmen, welches er an einer beliebigen anderen oder derselben Station wieder

zurückbringen kann. Abgerechnet wird hinterher nach der Zeit, die das Rad nicht in einer Station stand. Meist wird in solchen Systemen eine kostenfreie Kurznutzung angeboten. Im System Citybike Wien [3] ist beispielsweise die erste Stunde der Fahrt kostenfrei.

Der Erfolg eines BSS definiert sich außer durch die Deckung von Betriebskosten maßgeblich durch die erreichte Systemauslastung. Erst bei hoher Akzeptanz eines BSS durch die Bevölkerung, kommen dessen Vorteile im Sinne der Nachhaltigkeit zur Geltung. Wie auch im Bereich des Car-Sharings sind deshalb wachsende Nutzerzahlen zwingend notwendig [15]. Die Erhöhung der Nutzerzahlen hängt dabei stark von der Zufriedenheit der BSS-Nutzer ab. Zufriedenheit erreicht ein BSS-Betreiber hauptsächlich durch die Bereitstellung von Rädern und Radstellplätzen wo- und wann immer ein potentieller Nutzer diese benötigt.

Die bedarfsgerechte Bereitstellung von Rädern und Stellplätzen wird jedoch durch die nutzungsbedingte Umverteilung von Fahrrädern erschwert. Beispielsweise bilden Stellplätze nahe beliebter Zielorte oft einen Engpass, während umgekehrt an beliebten Ausgangspunkten häufig zu wenige Fahrräder verfügbar sind. Unzufriedenheit entsteht in diesen Fällen, falls ein Nutzer sein entliehenes Rad nicht zurückbringen bzw. ein potentieller Nutzer kein Rad entleihen kann.

Es gibt drei Ebenen von Maßnahmen zur Erhöhung der Nutzerzufriedenheit in BSS. Auf strategischer Ebene kann durch Eingriffe in die Infrastruktur das Systemdesign (z.B. Stellplatzanzahl) an das Nutzerverhalten angepasst werden. Auf taktischer Ebene können die Kunden durch Anreizsysteme (z.B. Preisnachlässe) dazu angeregt werden, ihre Räder an spezifischen Orten zu entleihen oder zurück zu geben. Zudem werden in jedem BSS auf operativer Ebene regelmäßig Fahrräder repositioniert, um der nutzungsbedingten Umverteilung entgegenzuwirken. Zur Durchführung eines Repositionierungsvorgangs wird in der Regel eine Flotte von Transportfahrzeugen eingesetzt.

In diesem Beitrag wird ein Optimierungsansatz für die Repositionierung von Fahrrädern in stationsbasierten BSS vorgestellt. Der Ansatz zielt auf Kostenminimierung für den BSS-Betreiber durch mehrmalige Reoptimierung über einen rollierenden Zeithorizont. Als Kosten werden sowohl der Betrieb von Transportfahrzeugen zur Repositionierung als auch die im Tagesgeschäft entstehende Nutzerunzufriedenheit aufgefasst.

Im Folgenden wird zunächst in Kapitel 2 eine Übersicht über bestehende Literatur und der darin behandelten Probleme im Bereich Bike-Sharing gegeben. Danach wird der in diesem Beitrag verfolgte Ansatz eingeführt und motiviert. Darauf folgen in Kapitel 3 die Simulation und das vorgeschlagene Optimierungsmodell, bevor in Kapitel 4 die Datengewinnung behandelt wird. Die Simulation auf Basis realer Daten vom BSS Citybike Wien, sowie die Ergebnisse folgen in Kapitel 5. Schließlich erfolgen noch Zusammenfassung und Ausblick.

## **2 Literatur und eigenes Vorgehen**

Trotz der Tatsache, dass Bike-Sharing in seiner heutigen Form noch nicht lange existiert, gibt es bereits erste Forschungsbeiträge, die verschiedene Aspekte von BSS untersuchen. Die bestehenden Beiträge konzentrieren sich meist auf die Analyse des Verhaltens von BSS-Nutzern. Einige wenige Arbeiten zielen auf die Ableitung von Handlungsempfehlungen auf strategischer Ebene.



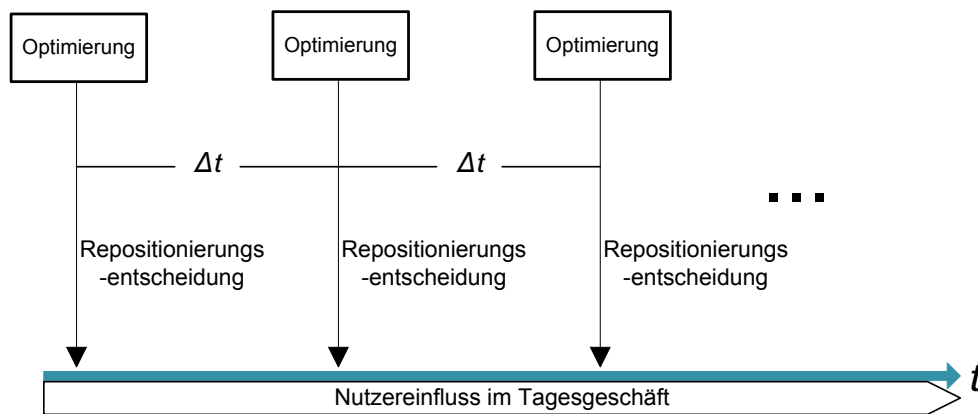
Im Bereich der Analyse untersuchen Borgnat et al. [1] quantitativ die Fahrradfahrten aus dem Lyoner BSS Vélo'v. Dazu wird mit Methoden der Datenanalyse nach Mustern in historischen Daten zu Fahrradentleihungen und -rückgaben gesucht, um die Fahrradflüsse im Stadtgebiet offen zu legen. Darüber hinaus wird ein Regressionsmodell zur Vorhersage der Fahrradnutzung vorgestellt. Froehlich, Neumann und Oliver [6] erforschen das System Bicing in Barcelona und nutzen Bayessche Netze zur Vorhersage des stationsspezifischen Nutzerverhaltens. Kaltenbrunner et al. [8] befassen sich ebenfalls mit dem System Bicing und leiten aus den Bewegungsmustern im System die Anzahl der verfügbaren Fahrräder an den Stationen für einen kurzen Zeitraum im Voraus ab.

Im Bereich der Ableitung strategischer Handlungsempfehlungen führen Vogel und Mattfeld [16] eine Clusteranalyse durch, um Entleihstationen des BSS Citybike Wien gemäß ihrer Nachfrage zu kategorisieren. Die Kategorisierung soll schließlich zur bedarfsgerechten Erweiterung des bestehenden Stationsnetzes in der Stadt Wien genutzt werden. Lin und Yang [9] schlagen ein Entscheidungsmodell zur Wahl von Stationsstandorten und Radwegen zwischen diesen vor. Das Modell zielt auf die Erfüllung gegebener Servicelevelrestriktionen unter Berücksichtigung der Kosten für den BSS-Betreiber.

Bisher existieren in der Literatur neben den strategischen und den analytischen Beiträgen nur vereinzelte Arbeiten zur Optimierung der Repositionierungsvorgänge im operativen BSS-Tagesgeschäft. Forma et al. [5] haben einen Ansatz zur statischen Repositionierungsplanung in Bike-Sharing-Systemen entwickelt, wobei sie die Transportkosten nicht in der Zielfunktion berücksichtigen. Der vorliegende Artikel bezieht diese in die Optimierung mit ein.

Im Tagesgeschäft zielt ein BSS-Betreiber auf die möglichst optimale Durchführung von Repositionierungsvorgängen. Die wesentlichen Kostenpunkte sind dabei sowohl die Betriebsdauer von Transportfahrzeugen als auch die entstehende Nutzerunzufriedenheit. Um diese Kosten zu minimieren, wird die Problemstellung als dynamisches Entscheidungsproblem mit unsicheren Nutzernachfragen aufgefasst. Zur Problemlösung wird ein rollierender Planungsansatz (vgl. Bild 1) vorgeschlagen.

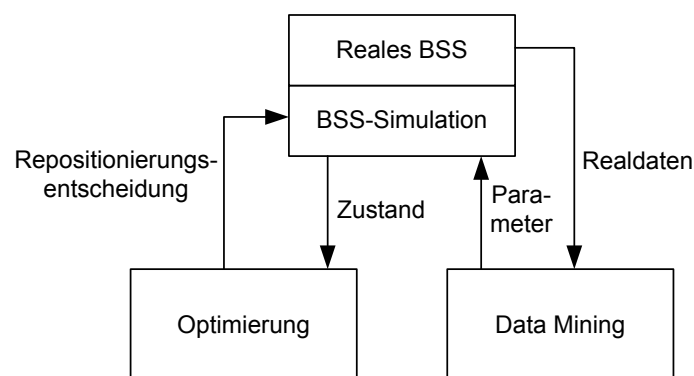
Der Ansatz sieht vor, in regelmäßigen Zeitabständen ( $\Delta t$ ) über den Tagesverlauf verteilt Repositionierungsentscheidungen zu treffen und umzusetzen. Mehrfache Entscheidungen ermöglichen eine frühzeitige Reaktion auf nutzungsbedingte Umverteilungen der Fahrräder im System. So kann die bedarfsgerechte Verfügbarkeit von Fahrrädern und Stellplätzen erhöht und folglich die Nutzerunzufriedenheit gesenkt werden. Im Gegenzug führt eine Zunahme der Repositionierungsvorgänge jedoch zu einer Steigerung der Betriebskosten für die Transportfahrzeugflotte. Ein BSS-Betreiber muss bei der Planung der Repositionierungsvorgänge beide Kostentypen einbeziehen. Um möglichst kostenoptimale Repositionierungsentscheidungen zu treffen wird in jedem Entscheidungszeitpunkt ein Optimierungsmodell herangezogen und gelöst.



**Bild 1: Rollierende Planung**

Nach Auswahl und Aufstellung eines geeigneten Optimierungsmodells, besteht aus Sicht des BSS-Betreibers die wesentliche Frage in der Bestimmung des kostenoptimalen Reoptimierungsintervalls  $\Delta t$ .

Um experimentelle Repositionierungsvorgänge im praktischen Betrieb zu vermeiden, wird für die Bestimmung von  $\Delta t$  eine Simulation des jeweiligen Bike-Sharing Systems herangezogen. Das resultierende Gesamtverfahren (vgl. Bild 2) nutzt das Zusammenspiel von Optimierung und Data Mining [11] zur Ableitung von Handlungsempfehlungen für das reale BSS.



**Bild 2: Gesamtverfahren zur Bestimmung eines geeigneten Reoptimierungsintervalls  $\Delta t$**

Im ersten Schritt werden mittels Data Mining aus Realdaten über die Nachfrage an den Stationen im BSS entsprechende Parameter für die Simulation gewonnen. Diese dient im Folgenden zur Evaluierung des gegebenen Optimierungsansatzes mit einem spezifischen Reoptimierungsintervall. Zu jedem Entscheidungszeitpunkt wird der Zustand des simulierten BSS in Form von Angebots- und Nachfrageparameter für das Optimierungsmodell ermittelt. Mittels Optimierung werden dann jeweils Repositionierungsentscheidungen getroffen, die wiederum die Simulation beeinflussen. Durch Betrachtung der zu einem gegebenen Optimierungsansatz und verschiedener  $\Delta t$  im Tagesverlauf im Mittel entstehenden Kosten, erfolgt eine Bewertung alternativer Reoptimierungsintervalle.

Die wesentlichen Kennzeichen der für diese Arbeit genutzten BSS-Simulation folgen in Kapitel 3.1. Der zur Repositionierung vorgeschlagene Optimierungsansatz wird in Kapitel 3.2 erläutert. Danach wird in Kapitel 4 der Data Mining Schritt zur Ermittlung von Simulationsparametern erklärt.

### 3 Simulation und Optimierung

Im Folgenden werden zunächst die Eckdaten und Annahmen der BSS-Simulation erklärt, und dann das Optimierungsmodell für die einzelnen Entscheidungszeitpunkte vorgestellt.

#### 3.1 Simulation

Für die BSS-Simulation werden zuerst Anzahl  $n$ , Position  $(x\_koord_i, y\_koord_i)$  und Kapazität  $k_i$  der Station  $i$  und Umfang des Zeithorizonts  $T$  benötigt. Zu jeder Station  $i$  gehört eine Nachfragerate  $\lambda_{ih}$  für jeden Zeitabschnitt  $h$  des Zeithorizonts  $T$ , die die mittlere Anzahl der Entleihanfragen an der Station beschreibt. Außerdem wird eine statistische Verteilung für die Auswahl der Zielstation für Nutzer jeder Station bestimmt. Jede Station  $i$  wird zu Beginn mit einem Fahrradbestand  $s_{i0}$  ausgestattet. Von Diebstahl und Vandalismus wird abgesehen, woraus folgt, dass die Anzahl der Räder  $\sum_{i=0}^n s_{it}$  im System zu jedem Zeitpunkt  $t$  konstant bleibt. Die künstlich eingeführte Station  $i = 0$  steht dabei für ausgeliehenen Fahrräder. Gleichzeitig folgt auch die konstante Anzahl von Fahrradstellplätzen  $\sum_{i=1}^n k_i$ .

Simuliert werden die Nutzeraktionen *Entleihung* bzw. *Rückgabe* von Rädern, sowie Umwege, die die Nutzer mit oder ohne Rad unternehmen müssen, wenn sie keinen Stellplatz oder kein Fahrrad vorfinden. Dabei wird angenommen, dass die Nutzer, sollten sie kein Rad oder keinen Stellplatz an ihrer Zielstation vorfinden, die nächstgelegene noch nicht besuchte Station aufsuchen, um dort erneut die Entleihung oder Rückgabe zu versuchen. Außerdem werden Transportfahrzeugbewegungen simuliert, welche die zu repositionierenden Fahrräder von den Stationen mit Stellplatzbedarf zu denen mit Fahrradmangel bringen. Die Fahrt- und Laufzeiten von Nutzern und Transportern zwischen den Stationen werden zunächst als deterministisch angenommen. Es wird angenommen, dass in jeder Station  $i$  zu jedem Entscheidungszeitpunkt ein Transportfahrzeug mit ausreichender Kapazität zur Verfügung steht und ein Repositionierungsvorgang immer abgeschlossen ist, bevor ein neuer beginnt.

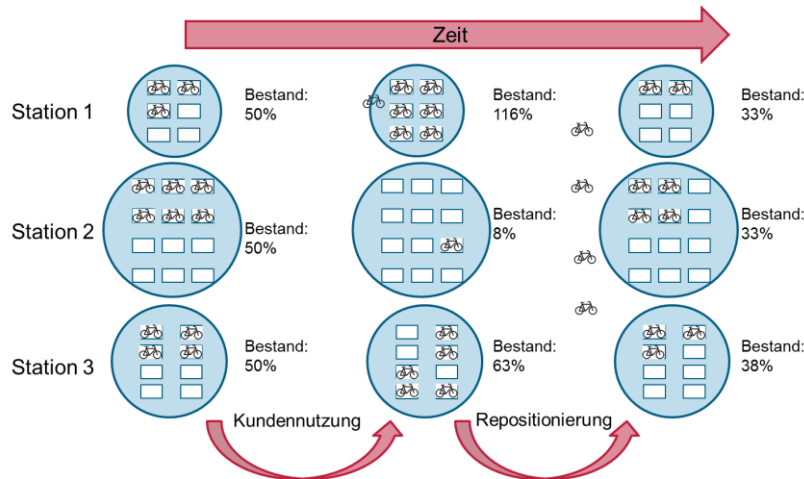
Die Unannehmlichkeiten, die den Nutzern durch Umwege entstehen werden als Umwegkosten festgehalten. Sowohl Repositionierungsaufwand als auch Nutzerumwege nehmen Zeit in Anspruch, sodass die beiden Kostenarten über den Faktor Zeit vergleichbar sind. Die Gesamtkosten werden durch eine gewichtete Summe beschrieben. Zur Kostenminimierung muss der jeweilige BSS-Betreiber folglich eine Gewichtung  $w$  der Umwegkosten relativ zu den Transportkosten festlegen. Je nachdem, wie wichtig es für ihn ist seine Kunden zufrieden zu stellen, desto mehr wird er auch bereit sein dafür zu investieren und desto größer wird  $w$  ausfallen. Es gilt:

$$\text{Gesamtkosten} = \text{Transportzeit} + w \cdot \text{Umwegzeit} \quad (1)$$

#### 3.2 Optimierung

Ein Optimierungsvorgang zielt auf die Ermittlung geeigneter Fahrradflüsse zwischen den Stationen. Der vorgeschlagene Ansatz ist, das System durch Repositionierungsvorgänge jeweils in einen vordefinierten vorteilhaften Zustand zu bringen. Wird davon ausgegangen, dass durch strategische Maßnahmen die Stationskapazitäten bereits der Popularität der Stationen bei den Nutzern angepasst sind, so könnte ein vorteilhafter Zustand des BSS dann gegeben sein, wenn in jeder Station prozentual gleichviele Fahrräder stehen und damit gleichermaßen Fahrräder und Stellplätze verfügbar sind. Das Ziel der Optimierung ist

dann, das BSS auszubalancieren, um diesen Zustand wiederherzustellen. Das heißt, dass der Quotient zwischen Zielbestand  $\bar{s}_{it}$  und Stationskapazität  $k_i$  soweit möglich an jeder Station  $i$  nahezu gleich ist. Natürlich muss der Quotient  $\frac{\bar{s}_{it}}{k_i}$  nicht bei jeder Stationskapazität ganzzahlig sein. In diesen Fällen ist eine Rundung nötig, sodass die Zielbestände in Prozent leicht voneinander abweichen können (vgl. Bild 3).



**Bild 3: Ausbalancieren des BSS**

Abhängig von der Gesamtanzahl der zum Entscheidungszeitpunkt  $t$  entliehenen Fahrräder, ergibt sich für jede Station also ein Zielbestand  $\bar{s}_{it}$ .  $\bar{s}_{it}$  kann von Entscheidungszeitpunkt zu Entscheidungszeitpunkt variieren, weil entliehene Fahrräder nicht Teil der zu repositionierenden Räder sind (siehe rechts in Bild 3). Aus der Differenz zwischen Zielbeständen  $\bar{s}_{it}$  und aktuellen Beständen  $s_{it}$  werden nun Bedarfe  $b_{it}$  und Angebote  $a_{it}$  an Fahrrädern für jede Station  $i$  ermittelt sodass sie  $\sum_{i=1}^n a_{it} = \sum_{j=1}^n b_{jt}$  erfüllen.

Die Zielfunktion ist für jede Entscheidungszeitpunkt  $t$ , die Fahrtkosten für die gesamten Transporte zur Deckung der Bedarfe  $b_{it}$  und Ausschöpfung der Angebote  $a_{it}$  zu minimieren:

$$\min_x \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ijt} \cdot c_{ij}, \text{ wobei } y_{ijt} = \begin{cases} 0, & \text{wenn } x_{ijt} = 0 \\ 1, & \text{wenn } x_{ijt} > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Dabei sind  $x_{ijt}$  die in  $t$  von Station  $i$  nach Station  $j$  zu transportierenden Fahrräder und  $c_{ij}$  die aufzuwendenden Kosten für die Fahrt zwischen  $i$  und  $j$ . Das resultierende Modell ist ein klassisches Transportproblem, erweitert um die binäre Variable  $y$ :

$$\min_x \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ijt} \cdot c_{ij}, \text{ wobei } y_{ijt} = \begin{cases} 0, & \text{wenn } x_{ijt} = 0 \\ 1, & \text{wenn } x_{ijt} > 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\forall i: \sum_{j=1}^n x_{ijt} = a_{it}, \quad \forall j: \sum_{i=1}^n x_{ijt} = b_{jt} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{it} = \sum_{j=1}^n b_{jt} \quad (5)$$

$$x_{ijt} \geq 0 \quad (6)$$

Mit diesen Eingabedaten werden mithilfe von CPLEX [7] die optimalen Repositionierungsentscheidungen  $x_{ijt}$  ermittelt.

Für jede Station  $i$  mit  $\exists x_{ijt} \mid x_{ijt} > 0$ , bildet  $J_i$  die Menge aller zugehörigen Nachfragestationen  $j$ :  $J_i = \{j \mid x_{ijt} > 0\}$ .

Durch Jede Stationenmenge  $J_i$  wird heuristisch eine Tour gelegt. Die Fahrtzeit, die für diese Touren benötigt wird, entspricht den Transportkosten im Simulationsmodell.

## 4 Data Mining

Um Parameter für eine BSS-Simulation zu ermitteln, werden Daten aus bereits laufenden realen Systemen benötigt. Die Parameter lassen sich in der Regel nicht unmittelbar aus den meist automatisch erhobenen Daten ablesen und müssen deshalb mit Data Mining Verfahren bestimmt werden.

Durch moderne Informationssysteme wird heutzutage jede Nutzeraktion in einem BSS aufgezeichnet. Aus diesen Realdaten können mit geeigneten Verfahren Informationen über die Anzahl der Entleihungen und Rückgaben an den Stationen gefiltert werden.

Zur Simulation eines BSS müssen stationsabhängig Verteilungen für die Nachfrage nach Fahrrädern und die Zielortwahl angenommen und deren Parameter mittels Data Mining geschätzt werden. Zur Schätzung der Nachfrage bietet sich eine Poissonverteilung an, während sich die Zielortverteilungen typischerweise sehr systemabhängig gestalten, weil jede Stadt ihre eigenen charakteristischen Anziehungspunkte für die potentiellen Nutzer des BSS hat. Allgemeine Verteilungsannahmen sind hier kaum möglich. Deshalb müssen die Verteilungen der Zielorte jeweils individuell für jedes BSS ermittelt werden.

Die Nachfrageinformationen für eine Station sind aus diesen Daten allerdings nur ableitbar, wenn *vollständige* Realdaten vorliegen. Vollständig sind Realdaten dann, wenn keine Kapazitätsprobleme auftreten, d.h. wenn es nicht vorkommt, dass eine Nachfrage aufgrund Mangel an Fahrrädern nicht erfüllt werden kann. Eine unerfüllte Nachfrage kann nicht aufgezeichnet werden. In diesem Fall werden die Realdaten als unvollständig bezeichnet.

Da das Nachfrageverhalten an einer Station im Zeithorizont typischerweise schwankt, wird hier vorgeschlagen, diesen in Abschnitte  $h \in \{1, 2, \dots, H\}$  zu unterteilen. Für jedes  $h$  wird eine Poissonverteilung angenommen, deren Parameter  $\lambda_{ih}$  geschätzt werden muss. Die Matrix  $\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \dots & \lambda_{1H} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{n1} & \dots & \lambda_{nH} \end{pmatrix}$  mit den Einträgen  $\lambda_{ih}$  hat die Dimension  $n \times H$ , wobei  $H$  die Anzahl der Zeitabschnitte im Zeithorizont und  $n$  die Anzahl der Stationen ist.

Im Folgenden wird exemplarisch ein Vorgehen zur Schätzung der Parameter von Nachfrageverteilungen vorgestellt.

### 4.1 Schätzung der Nachfragerate bei vollständigen Realdaten

Sind die Realdaten im betrachteten Zeitabschnitt an einer Station  $i$  vollständig, so lässt sich die Anzahl der Entleihanfragen  $E_{ih}$  durch Zählen der Fahrten von dieser Station aus, die in den Realdaten hinterlegt sind, ermitteln.  $\lambda_{ih}$  berechnet sich dann aus  $E_{ih}$  dividiert durch die Anzahl der Simulationsschritte  $steps$  in einem Zeitabschnitt:

$$\lambda_{ih} = \frac{E_{ih}}{steps} \quad (7)$$

## 4.2 Schätzung der Nachfragerate bei unvollständigen Realdaten

Um die Anzahlen der Entleihanfragen  $E_{ih}$  an Station  $i$  in der Zeitspanne  $h$  bei unvollständigen Realdaten schätzen zu können, wurden verschiedene aus der Prognoserechnung bekannte klassische Verfahren, wie z.B. Fortschreibung des letzten Wertes, Fortschreiben durch den Mittelwert, Fortschreibung durch gleitende Durchschnitte und exponentielle Fortschreibung verglichen. Für eine detaillierte Übersicht über die genannten Verfahren sei auf [12], [13] verwiesen.

Die im Folgenden vorgestellte Variante des Verfahrens der gleitenden Durchschnitte hat sich wegen der Datenbeschaffenheit als vorteilhaft erwiesen.

Für einen gesuchten Wert  $E_{ih}$  beschreibt  $PW_{ih}$  den zugehörigen Prognosewert. Dieser wird mithilfe der Werte aus angrenzenden Zeitabschnitten prognostiziert. Anders als beim klassischen Verfahren der gleitenden Durchschnitte werden nicht nur Werte zur Prognose herangezogen, die zeitlich vor dem zu prognostizierenden Zeitabschnitt liegen. Es werden auch die Werte betrachtet, die in den zeitlich nachfolgenden Zeitabschnitten vorliegen. Dabei kommen nur Zeitabschnitten mit vollständigen Realdaten in Frage. Ein Prognosewert  $PW_{ih_0}$  von der Station  $i$  zur Zeitspanne  $h_0$  entsteht bei dem abgewandelten Verfahren der gleitenden Durchschnitte aus dem Mittelwert seiner  $m$  Vorgänger- und seiner  $m$  Nachfolgerwerte, wobei diejenigen, die ein Leerintervall beinhalten, ausgeschlossen werden. Die Prognosewerte  $PW_{ih_0}$  ergeben sich aus

$$PW_{ih_0} = \frac{1}{2m-f} \sum_{\substack{h=h_0-m \\ h \neq h_0}}^{h_0+m} d_{ih} \quad (8)$$

$$d_{ih} = \begin{cases} 0, & \text{falls ein Leerintervall in Zeitspanne } h \text{ liegt} \\ E_{ih}, & \text{falls kein Leerintervall in Zeitspanne } h \text{ liegt} \end{cases} \quad (9)$$

Dabei ist  $d_{ih}$  die Entleihanzahl in den jeweiligen Zeitabschnitten mit vollständigen Realdaten oder 0 in den Stunden mit unvollständigen Realdaten und  $f$  die Anzahl der betrachteten Stunden mit Leerintervallen. Die Nachfragerate  $\lambda_{ih_0}$  für Zeitabschnitte mit unvollständigen Realdaten errechnet sich folglich aus

$$\lambda_{ih_0} = \frac{PW_{ih_0}}{\text{steps}} \quad (10)$$

## 5 Empirische Evaluierung

Als Grundlage der empirischen Untersuchung werden Daten des BSS Citybike Wien [3] aus den Jahren 2008 und 2009 verwendet. Das Ziel ist es im Folgenden, bei Annahme verschiedener Simulationsparameter zu testen, welche Anzahl an Repositionierungsvorgängen, bzw. welches  $\Delta t$ , jeweils zur Senkung der Gesamtkosten (Repositionierungskosten und Kosten durch Nutzerunzufriedenheit) beitragen.

### 5.1 Testkonfiguration

In der Simulation werden über einen Horizont von  $H = 24$  Stunden  $n = 6$  Stationen betrachtet, deren Nachfrageraten mittels des Data Mining Ansatzes aus Kapitel 4 auf Basis der Realdaten des BSS Citybike Wien ermittelt werden. Zu jeder Station  $i$  sind damit die ermittelten Nachfrageraten  $\lambda_{ih}$  für jede Stunde  $h$  bekannt.

Zu Testzwecken werden die Nachfrageraten, die Gewichtung  $w$  der Umwegkosten und die Anzahl der Repositionierungsvorgänge wie folgt variiert:

- *Variation der Nachfragerate:* Das wesentliche strategische Ziel eines Bike-Sharing-Unternehmers ist, dass sein System von potentiellen Nutzern angenommen wird und die Nutzung mittel- bis langfristig steigt. Deshalb wird überprüft, wie sich eine höhere Nachfrage auf die Wahl des Repositionierungsintervalls  $\Delta t$  auswirkt. Getestet wird sowohl  $\Lambda$  als auch  $1,2 \cdot \Lambda$ .
- *Gewichtung der Umwegkosten gegenüber den Transportkosten:* Je nachdem, wie wichtig es einem BSS-Betreiber ist, seine Kunden zufriedenzustellen, ist er bereit mehr oder weniger in die Vermeidung von Nutzerumwegen auf Kosten eines höheren Repositionierungsaufwandes zu investieren. Getestet werden die drei Szenarien

$$w \in \left\{ \frac{1}{3}; 1; 3 \right\} \quad (11)$$

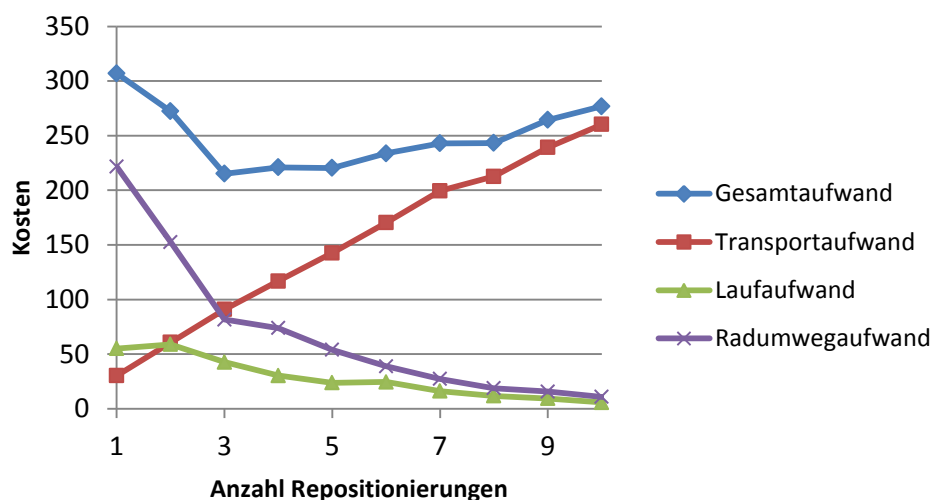
- *Anzahl der äquidistanten Repositionierungszeitpunkte:* Die zu ermittelnde Größe  $\Delta t$  wird durch die Anzahl der Repositionierungsvorgänge bestimmt. Diese wird zwischen 1 und 24 variiert. Eine Repositionierung pro Tag entspricht  $\Delta t = 24$ . Bei 24 Repositionierungsvorgängen wird jede Stunde repositioniert ( $\Delta t = 1$ ). Getestet werden:

$$\#Repos \in \{1, 2, \dots, 24\} \Rightarrow \Delta t \in \left\{ \frac{24}{1}, \frac{24}{2}, \dots, \frac{24}{24} \right\} = \{24, 12, \dots, 1\} \quad (12)$$

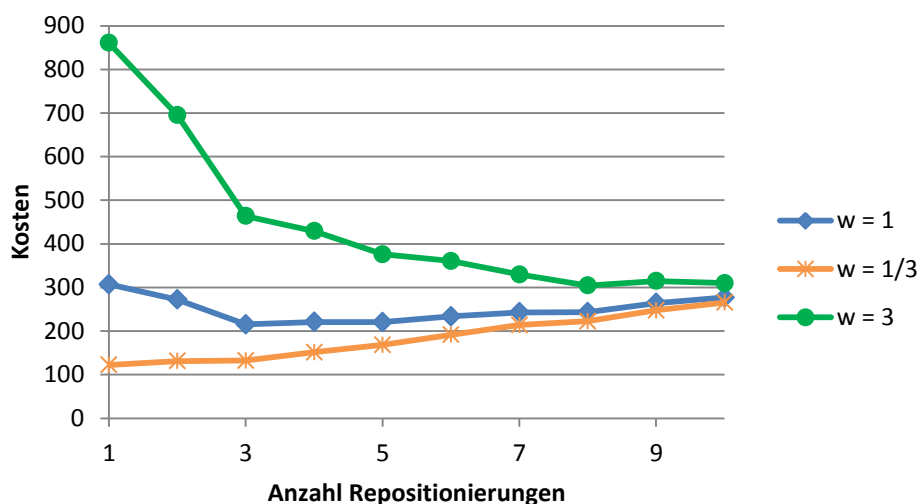
Für jede Anzahl an Repositionierungen und jede Kombination von Nachfrage und Gewichtung wurden 1000 Läufe simuliert und jeweils die Mittelwerte der Gesamtkosten betrachtet.

## 5.2 Ergebnisse

Zunächst wird der Fall mit realen Nachfragedaten  $\Lambda$  betrachtet, in dem Umwegkosten und Kosten der Transportfahrzeugflotte gleichgewichtet ( $w = 1$ ) sind. In Bild 4 sind die Gesamtkosten, sowie deren einzelne Bestandteile abhängig von der Anzahl der Repositionierungsvorgänge am Tag abgetragen. Die Transportkosten steigen mit größerem Repositionierungsaufwand, während die Umwegkosten für Umwege der Nutzer zu Fuß sowie mit dem Fahrrad fallen. Die Gesamtkosten sind bei 3 Repositionierungsvorgängen täglich am geringsten. Folglich wäre Handlungsempfehlung in diesem Fall:  $\Delta t = \frac{24}{3} = 8$ .



**Bild 4:** Gesamtkosten und Bestandteile bei  $w = 1$  und Realdaten



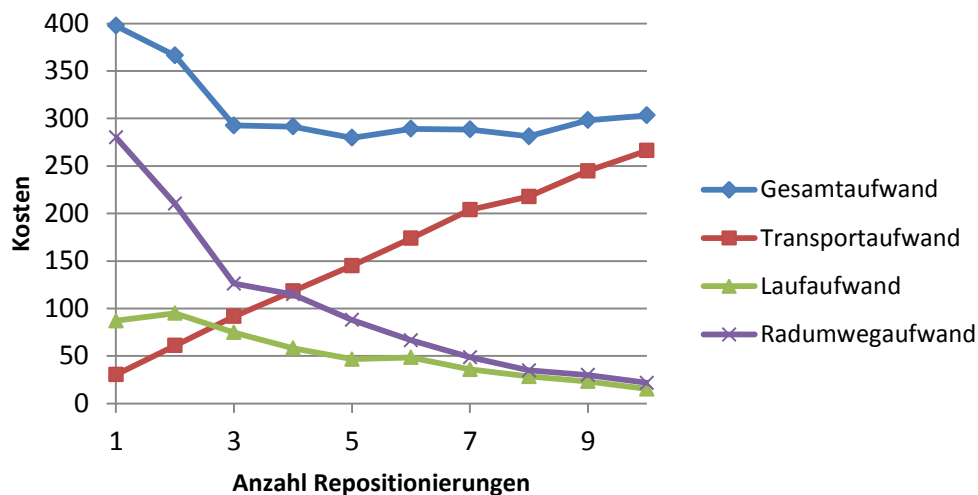
**Bild 5:** Variierende Gewichtungen der Umwegkosten gegenüber den Transportkosten

Betrachtet man die Simulationsergebnisse unter Originalnachfrage 1 mit den drei verschiedenen Gewichtungen  $w \in \left\{\frac{1}{3}; 1; 3\right\}$  (siehe Bild 5) sind deutlich Unterschiede zu erkennen. Geht man davon aus, dass es einem Bike-Sharing Betreiber sehr wichtig ist, seine Dienstleistung zu erfüllen, sodass etwa ein 20 minütiger Umweg eines Nutzers z.B. mit einer Stunde Transportfahrt gleichzusetzen wäre ( $w = 3$ ), werden mehr Repositionierungsvorgänge empfohlen. Setzt er aber den Aufwand eines einstündigen Umweg der Nutzer mit dem einer 20 minütigen Transportfahrt gleich ( $w = \frac{1}{3}$ ), werden keine zusätzlichen Repositionierungen empfohlen. Die niedrigsten Gesamtkosten werden im Fall von  $w = 3$  mit 8 Repositionierungsvorgängen am Tag erreicht. Dies entspricht  $\Delta t = 3$ . Ist das Gewicht der Umwegkosten gering, so wird kein zusätzlicher Repositionierungsvorgang empfohlen. Das Minimum der Gesamtkosten liegt bei einem Vorgang, bzw.  $\Delta t = 24$ .

Steigt die Nachfrage bei der Gewichtung  $w = 1$  um 20% (siehe Bild 6), so steigen auch die Umwegkosten merklich, da es vermehrt zu Situationen kommt, in denen Kunden auf volle



oder leere Stationen stoßen, während die Transportkosten sich kaum verändern. Das Kostenminimum liegt nun bei 5 Repositionierungsvorgängen pro Tag, was  $\Delta t = 4,8$  entspricht.



**Bild 6: Gesamtkosten und Bestandteile bei  $w = 1$  und erhöhter Nachfrage**

Variiert man im Fall der erhöhten Nachfrage erneut die Gewichtung  $w$ , so sind die Ergebnisse ähnlich wie in Bild 5. Für  $w = 3$  ergibt sich eine empfohlene Anzahl an Repositionierungsvorgängen von 10 ( $\Delta t = 2,4$ ), während für  $w = \frac{1}{3}$  die geringsten Kosten weiterhin bei einer Repositionierung liegen, was  $\Delta t = 24$  entspricht.

Die Ergebnisse zeigen, dass mehrere Repositionierungsvorgänge pro Tag sinnvoll sind, sofern die Umwegkosten nicht sehr viel geringer bewertet werden als die Kosten durch Repositionierungsfahrten. Die Anzahl der empfohlenen Repositionierungsvorgänge wächst erwartungsgemäß mit steigender Nachfrage sowie mit größerem Gewicht der Nutzer-Umwegkosten.

Der vorgeschlagene Ansatz erweist sich als geeignetes Hilfsmittel, um zu gegebenen Nachfrageinformationen  $\Delta$  und gegebener Umwegkostengewichtung  $w$  ein  $\Delta t$  zu bestimmen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde ein Ansatz zur Planung von Repositionierungsvorgängen in Bike-Sharing Systemen vorgestellt. Der Ansatz berücksichtigt sowohl die Kosten des Betriebs der Transportfahrzeugflotte als auch die Kosten im Sinne von Kundenunzufriedenheit. In einer empirischen Studie wurden für verschiedene Nachfrage- und Kostengewichtungs-szenarien Handlungsempfehlungen für die Anzahl an Repositionierungsvorgängen gegeben.

In weiterer Forschung wird der Ansatz sowohl auf Bike-Sharing Systeme mit mehr Stationen ausgeweitet, als auch um stochastische Fahrt- und Laufzeiten der Kunden erweitert. Das Transportproblem, welches die Flüsse optimiert, wird durch eine Routenplanung ersetzt. Zudem werden künftig Ansätze der antizipierenden Optimierung [10] zur Repositionierung in stationsbasierten Bike-Sharing Systemen erforscht.

## 7 Literatur

- [1] Borgnat, P; Robardet, C; Rouquier, JB; Abry, P; Fleury, E; Flandrin, P (2010): Shared Bicycles in a City: A Signal Processing and Data Analysis, *Advances in Complex Systems (ACS)*, 2011, vol. 14, issue 03, pages 415-438
- [2] Bührmann, S (2007): New Seamless Mobility Services: Public Bicycles (NICHES Policy Note 4). Rupprecht Consult Forschung und Beratung GmbH, Köln.
- [3] Citybike Wien: <http://www.citybikewien.at/>
- [4] Deutsche Bahn AG: <http://www.callabike-interaktiv.de/index.php>
- [5] Forma, I; Raviv, T; Tzur, M (2010): The Static Problem in a Bike-Sharing System, *TRISTAN VII Book of Extended Abstracts*, 280-283
- [6] Froelich, J; Neumann, J; Oliver, N (2008): Sensing and Predicting the Pulse of the City through Shared Bicycling, eds.
- [7] IBM ILOG CPLEX Optimization Studio, Homepage: <http://www.ibm.com/software/integration/optimization/cplex-optimization-studio/>
- [8] Kaltenbrunner, A; Meza, R; Grivolla, J; Codina, J; Banchs, R (2010): Urban cycles and mobility patterns: Exploring and predicting trends in a bicycle-based public transport system, *Pervasive and Mobile Computing* 6, 455-466
- [9] Lin, J-R; Yang, T-H (2011): Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints, *Transportation Research Part E*, 47, 284-294
- [10] Meisel, S (2011), *Anticipatory optimization for dynamic decision making*, Springer, New York
- [11] Meisel, S, Mattfeld, D (2010) Synergies of Operations Research and Data Mining, *European Journal of Operational Research* Vol. 206, Nr. 1, S. 1-10
- [12] Mertens, P; Backert, K (1980): Vergleich und Auswahl von Prognoseverfahren für betriebswirtschaftliche Zwecke. *Zeitschrift für Operations Research*, Band 24, S. B1-B27.
- [13] Mertens, P; Rässler, S (2005): *Prognoserechnung*, 6. Auflage, Physika Verlag, Heidelberg
- [14] Midgley, P (2009): The Role of Smart Bike-sharing Systems in Urban Mobility, *Journeys*, May 2009: 23-31
- [15] Nobis, C (2006): Car Sharing as a Key Contribution to Multimodal and Sustainable Mobility Behavior – the Situation of Car Sharing in Germany, *Transportation Research Record* 1986, 89-79
- [16] Vogel, P; Mattfeld, DC (2011): Strategic and Operational Planning of Bike-Sharing Systems by Data Mining – A case study, *Computational Logistics*, Böse, J.W.; Hu, H.; Jahn, C.; Shi, X.; Stahlbock, R.; Voß, S. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, Springer, 127-141

# IT-Systeme für Verkehrsunternehmen: Das Branchenmodell ITVU

**Claus Dohmen**

IVU Traffic Technologies AG, 52072 Aachen E-Mail: Claus.Dohmen@ivu.de

**Gero Scholz**

61231 Bad Nauheim E-Mail: Gero.Scholz@gmx.de

## Abstract

ITVU („IT-Systeme für Verkehrsunternehmen“) ist ein Branchenmodell (Domain-Modell) für den öffentlichen Personenverkehr mit Bahnen, Bussen, und Straßenbahnen. Modelliert werden die Kern-Geschäftsprozesse im Zusammenhang mit der Personenbeförderung, z.B. Fahrplanerstellung, Fahrgastinformation und Ticketing.

ITVU modelliert mit Mitteln der UML 2

- Die Geschäftsprozesse
- Die IT-Systemlandschaft zur Unterstützung dieser Geschäftsprozesse
- Das Klassenmodell als Architekturgrundlage von IT-Systemen und deren Vernetzung

## 1 Einleitung

Die Kern-Geschäftsprozesse des öffentlichen Personen-Verkehrs mit Bahnen, Bussen, Straßenbahnen umfassen die Bereiche Planung, Disposition, Betriebslenkung, Fahrgastinformation, Ticketing und Auswertung.

Gegenstand des Branchenmodells ITVU („IT-Systeme für Verkehrsunternehmen“) ist die übergreifende und integrierte Modellierung dieser Geschäftsprozesse als Grundlage für die Abbildung in IT-Systemen. Basis für den fachlichen Entwurf moderner, objektorientierter IT-Systeme sind die Strukturen des sogenannten „Klassenmodells“. Entsprechend ist das Klassenmodell der zentrale Bestandteil des ITVU-Modells.

Einige der hier modellierten Geschäftsprozesse (z.B. Fahrplanerstellung) wurden auch schon vor der Einführung von IT-Systemen in den Verkehrsunternehmen durchgeführt, andere Prozesse (z.B. Optimierung, Dynamische Fahrgastinformation, elektronisches Ticketing) wurden erst mit der Einführung von IT-Systemen realisierbar. Heute sind alle beschriebenen Prozesse in der Regel durchgehend in IT-Systemen abgebildet.

Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Modellierung der Geschäftsprozesse und der Systemlandschaft (Abschnitt 2), sowie über das Klassenmodell (Abschnitt 3). In beiden Abschnitten werden zusätzlich exemplarisch Teile des Modells vertieft erläutert. Wir schließen mit einem kurzen Überblick über die verwendete Modellierungs-Methodik (Abschnitt 4). Die vollständige Dokumentation des sehr umfangreichen Modells (allein über 200 Klassen im Klassenmodell) geht weit über den Rahmen dieses Artikels hinaus und ist seit Herbst 2011 im Buchhandel erhältlich [13].

Das hier vorgestellte ITVU-Branchenmodell berücksichtigt Erfahrungen mit dem deutschen VDV-Modell [17] sowie den internationalen Modellen Transmodel [16] und SIRI [15]. Als objektorientiertes UML-Modell geht es methodisch über die bisherigen reinen Datenmodelle hinaus und bildet einen gemeinsamen Nenner, der sich auch auf andere Länder übertragen lässt. Des Weiteren sind die konkreten Erfahrungen der Autoren mit Softwaresysteme bei Verkehrsunternehmen, insbesondere mit den Produkten der IVU.suite eingeflossen. Das Modell abstrahiert jedoch von konkreten Implementierungen.

## 2 Geschäftsprozesse und Systemlandschaft

Die Kern-Geschäftsprozesse eines Verkehrsunternehmens können in die folgenden sechs **Bereiche** gegliedert werden:

Die **Planung** wird Monate und Wochen vor der eigentlichen Fahrt durchgeführt [5],[6]:

- In der Netzplanung legt man Streckenführungen fest und definiert den Verlauf von Linien. Aus der technischen Beschaffenheit der Strecken und Fahrzeuge werden Fahrzeiten ermittelt (sog. Fahrplanentwicklung); aus der Beförderungsnachfrage leitet man Taktdichten ab.
- Durch die Fahrplanerfassung und -bearbeitung entsteht der Plan mit den genauen Abfahrtszeiten, der letztlich für den Fahrgast relevant ist und den er beispielsweise in Form von Aushängen an Haltestellen lesen oder im Internet einsehen/herunterladen kann.
- Die Umlaufplanung ist von großer betrieblicher Bedeutung. Sie legt fest, wie die Fahrzeuge eingesetzt werden, um den Fahrplan möglichst effizient abzuwickeln.
- Für die Dienstplanung gilt dasselbe, nur eben für die Fahrer und andere Personale (Zugführer, Servicemitarbeiter). Dabei sind Randbedingungen zu berücksichtigen wie Dienstzeiten, Pausenregelungen, Einsatzorte etc.
- Die Optimierung von Umlauf- und Dienstplanung mittels mathematischer Methoden [1] hat zum Ziel, einen Fahrplan mit möglichst wenigen Ressourcen (Fahrzeuge, Personal) – unter Wahrung der Sozialverträglichkeit – umzusetzen.

Die **Disposition**, also die Zuordnung konkreter Fahrzeuge und Fahrer zum Fahr- und Dienstplan, beginnt typischerweise einige Wochen oder Tage vor der eigentlichen Fahrt. Sie behandelt auch kurzfristige Änderungen vor und während des Betriebsablaufs.

Mit **Betriebslenkung** meint man die Steuerung und Kontrolle der fahrenden Flotte. Die Leitzentrale hat die Übersicht über die Verkehrslage; sie kann bei Unregelmäßigkeiten (Verspätungen, Unfälle etc.) schnelle Lösungen finden oder Maßnahmen einleiten. Dazu

verfügen die Fahrzeuge über Bordcomputer mit Kommunikations- und Steuerungsfunktionen, u. a. zur Ampelbeeinflussung oder zur Kontrolle der Anzeigen im Fahrzeug.

Die **Fahrgastinformation** wendet sich direkt an die Passagiere, und zwar in Form der

- *dynamischen Fahrgastinformation* [4] zur Anzeige aktueller Abfahrtszeiten, vor allem an Haltestellen, aber auch im Web oder auf dem Handy des Fahrgasts
- *Reise- bzw. Fahrplanauskunft*, die vorzugsweise per Internet auf beliebigen Endgeräten verfügbar ist. Wegen ihrer engen Zugehörigkeit zur Planung wird sie oft auch dort zugeordnet.

Mit dem **Ticketing** erzielt das Verkehrsunternehmen einen wesentlichen Teil seiner Einnahmen. Zunächst bedarf es der Tarifgestaltung [9], damit der Ticketverkauf auf verschiedenartigen Verkaufsgeräten funktioniert – auf stationären Automaten und auf Geräten im Fahrzeug für Papiertickets sowie zunehmend elektronisch mit Chipkarten.

Die **Auswertung** stellt Plan- und Istwerte gegenüber und steht am Ende der Kette. Ihre Erkenntnisse geben Impulse zur Verbesserung der anderen Prozessschritte [7], [10]. Gleichzeitig dienen sie als Grundlage für die Überprüfung und Abrechnung der Verkehrsverträge, die zwischen dem Verkehrsbetrieb und dem Bedarfsträger bestehen.

Die dargestellte Reihenfolge dieser Geschäftsprozess-Bereiche orientiert sich grob an der zeitlichen Abfolge, wobei Betriebslenkung, Fahrgastinformation und Ticketing im Wesentlichen parallel während des eigentlichen Fahrbetriebs erfolgen.

Neben dieser *zeitlichen* Strukturierung der (Teil-)Prozesse gibt es eine natürliche *räumliche* Strukturierung. Die Handlungen in und mit den Systemen des ITVU Modells finden an verschiedenen Orten statt:

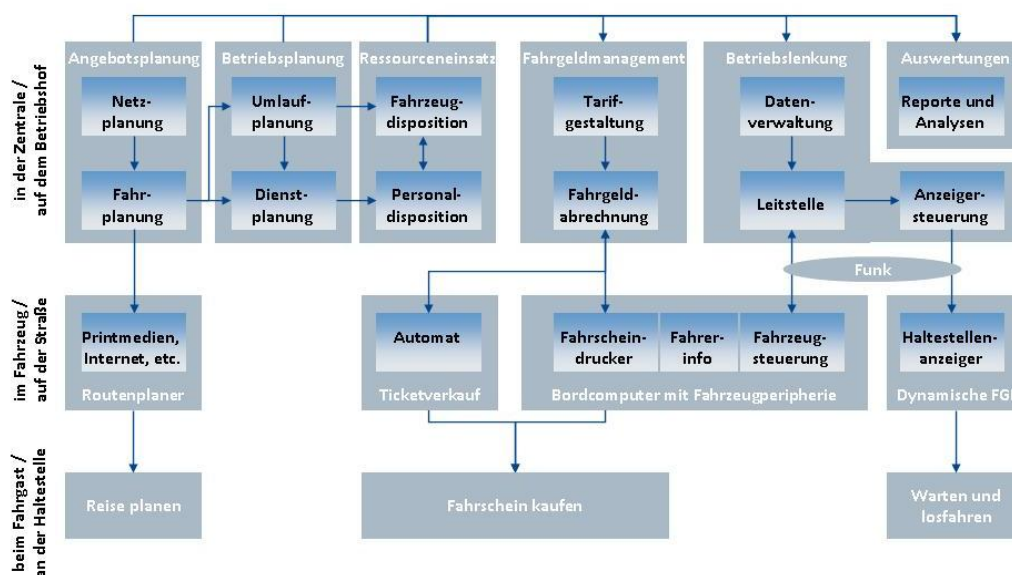
In der **Zentrale** des Verkehrsunternehmens entwickelt man den Fahrplan, betreibt das Fahrgeldmanagement und führt übergreifende Auswertungen durch.

Wichtige operative Aufgaben werden „**halbzentral**“ bearbeitet. Dies sind die Betriebsplanung von Umläufen und Diensten, die Disposition von Ressourcen, also von Fahrzeugen und Personal, die Betriebslenkung in der Leitzentrale und, damit eng verbunden, die Überwachung der dynamischen Fahrgastinformation.

Auf der **Straße (bzw. Schiene)** finden wir mobile und stationäre Systeme, für den Fahrgast besonders augenfällig die Ticketautomaten und die Anzeiger mit den aktuellen Abfahrtszeiten. Auf den Bordcomputern in den Fahrzeugen laufen Softwaresysteme für unterschiedliche Zwecke: für den Ticketverkauf, zur Information des Fahrers über seine Route und Zeitlage, zur Steuerung zahlreicher technischer Funktionen (Funkverbindung zur Leitzentrale, Ortung, Ampelsteuerung, automatische Ansagen, Anzeiger des Fahrzeugs u.a.m.).

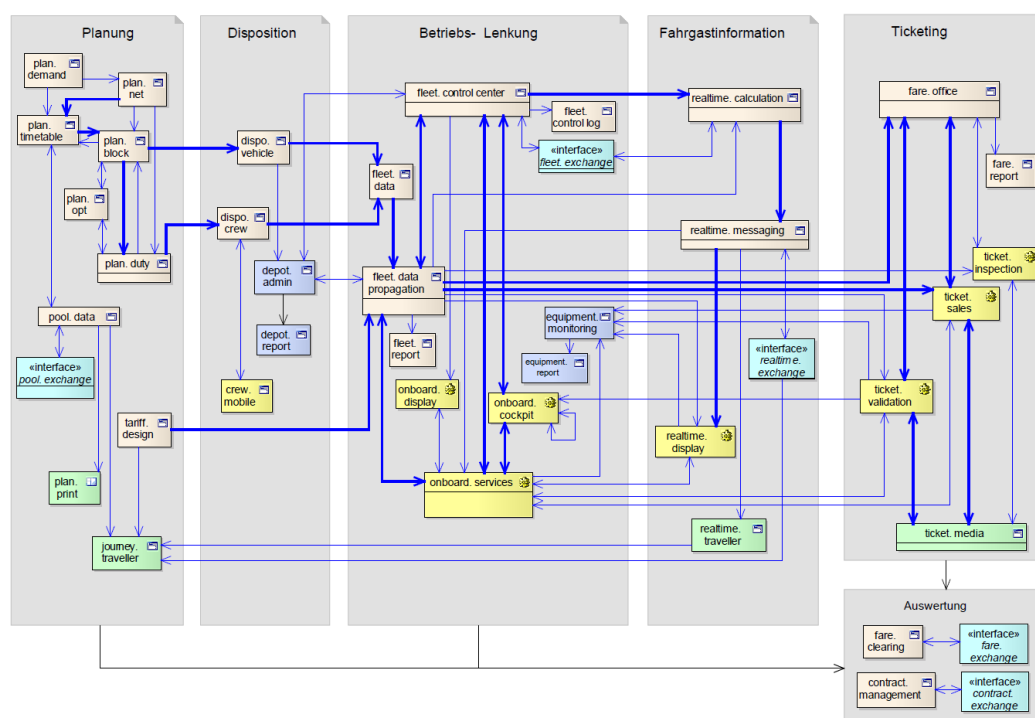
„**Überall**“: Heutzutage findet der Fahrgast vielfältige Information über das Internet: Fahrpläne und Tarife bzw. Preise zur Reiseplanung, aktuelle Abfahrtszeiten u.v.m.

Bild 1 illustriert die wesentlichen IT-Systeme eines Verkehrsunternehmens in ihrem Zusammenspiel. In horizontaler Richtung ist dabei die (zeitliche) Gliederung in die sechs Geschäftsprozess-Bereiche wiedergegeben, in vertikaler Richtung ist die räumliche Strukturierung angedeutet. Die Vernetzung der Systeme in Form von Datenflüssen ist hier zunächst nur sehr grob skizziert.



**Bild 1:** Systeme des ITVU-Modells: Übersicht

Eine detailliertere Modellierung der IT-Systeme eines Verkehrsunternehmens zeigt Bild 2. Hier sind die typischen Systeme genauer aufgelöst und ihre Verbindung über Datenflüsse dargestellt. Die Bezeichnung der Systeme erfolgt durch englische Kurznamen, die aus zwei Teilen zusammengesetzt sind, um Gruppenzugehörigkeiten anzudeuten. Besonders wichtige Datenflüsse sind hervorgehoben. Die durch die Pfeile angezeigte Richtung der Datenflüsse markiert die Richtung, in der die für die Geschäftsprozesse wesentlichen Daten übergeben werden. In vielen Fällen gibt es in der Praxis Quittungs- und Kontrollinformationen, die in Gegenrichtung übertragen werden, hier aber der Übersichtlichkeit halber weggelassen wurden.



**Bild 2:** Systeme des ITVU-Modells mit Datenflüssen

Die insgesamt 42 IT-Systeme des ITVU-Modells sind durch Anwendungssteckbriefe beschrieben. Diese enthalten

- eine Kurzbeschreibung der Funktionen jeder Anwendung
- eine Übersicht über die Datenflüsse, über die die Anwendung mit anderen Anwendungen des Modells vernetzt ist
- eine Auflistung der Nutzer (Akteure) in Form von Rollen

Im Folgenden geben wir beispielhaft die Anwendungssteckbriefe der Systeme zur Fahrplanung („plan.timetable“) und zur Umlaufplanung („plan.block“) wieder, die wechselseitig über Datenflüsse verbunden sind.

Name	<a href="#">plan.timetable</a>
Bezeichnung	<b>Fahrplanung</b>
Art	zentral
Nutzer	Fahrplaner
Funktionen	Beschreibung von Fahrwegen Definition von Linien Erfassen von Fahrzeitprofilen je Strecke und Tageszeit Festlegung von Fahrten, Zuordnung von Fahrzeugtypen Verwendung variabler Gültigkeitsmuster (Fahrplanperiode, Tagesart, einzelner Kalendertag) Zuordnung von Aspekten (Regelverkehr, Baustelle, Schülerverkehr, Werksverkehr) zu Fahrten Definition von Anschlüssen
Datenflüsse	→ <b>plan.block</b> Menge der Fahrten → <b>pool.data</b> Menge der Fahrten zur Abstimmung mit Verbundpartnern und zur Erstellung von Druckerzeugnissen → <b>contract.management</b> Fahrplandaten verbindliche Anschlüsse

Name	<a href="#">plan.block</a>
Bezeichnung	<b>Umlaufplanung</b>
Art	zentral
Nutzer	Fahrplaner, Umlaufplaner
Funktionen	Bildung von Umläufen Berücksichtigung von trennbaren Fahrzeugverbänden Berücksichtigung von Wartungszyklen Verkettung von Umläufen über Tages(art)folgen hinweg Druck von Umlauflisten

Datenflüsse	→ <b>plan.duty</b> Umläufe, Umlaufketten Fahrzeugtyp-Anforderungen (wegen der Fahrerqualifikation) → <b>plan.timetable</b> Vorschläge zur Umwidmung technisch notwendiger Betriebsfahrten zu Fahrgastfahrten → <b>plan.opt</b> Ausgangsversion von manuell zusammengestellten Umläufen oder die Menge aller Fahrten Angaben zur Kompatibilität von Fahrzeugtypen → <b>dispo.vehicle</b> freigegebene Umläufe resultierende Anforderungen an Fahrzeugtypen
-------------	---

Zur Charakterisierung der Akteure (Nutzer) definiert das Modell insgesamt folgende sechzehn Rollen und beschreibt diese durch Tätigkeitsprofile:

Verkehrsplaner	Tarifplaner
Netzplaner	Fahrer
Fahrplaner	Servicetechniker
Umlaufplaner	Kontrolleur
Dienstplaner	Buchhalter
Personaldisponent	DFI-Disponent
Fahrzeugdisponent	Qualitätsmanager
Fleetmanager (Leitstellendisponent)	Fahrgast

Im Folgenden geben wir beispielhaft das Tätigkeitsprofil für die Rolle „Fahrplaner“ wieder:

- „Der **Fahrplaner** realisiert den Verkehrsbedarf auf dem zuvor erstellten Netz. Oftmals sind die Rollen von Netz- und Fahrplaner nicht getrennt, da beide Tätigkeiten eng miteinander verwandt sind. Der Fahrplaner definiert die Fahrten für jede Linie (Taktichte und genaue Zeiten) und berücksichtigt dabei Anschlussbeziehungen. Er legt den einzusetzenden Fahrzeugtyp fest und beachtet Einschränkungen, die sich aus der Streckenführung ergeben können. Zusätzlich gibt er erforderliche Sonderausstattungen vor, wie etwa einen behindertengerechten Einstieg. Die Netz- und Fahrplanung können Aufgabe des Verkehrsunternehmens sein oder im Verkehrsvertrag fest vorgegeben werden, je nachdem, wie differenziert der Aufgabenträger die zu erbringende Verkehrsleistung vorgibt.“

Das ITVU-Modell betrachtet generelle Unternehmens-Geschäftsprozesse wie z.B. allgemeine Buchhaltung oder Personalwirtschaft zwar nicht im Detail, beschreibt jedoch wichtige Schnittstellen aus Sicht der Kernprozesse. Beispielsweise existiert aus dem Ticketing heraus eine Schnittstelle zur Buchhaltung für die Weiterverarbeitung der Fahrgeldeinnahmen, und es gibt eine Schnittstelle zwischen der Personaldisposition und der Personalwirtschaft und Lohnbuchhaltung.

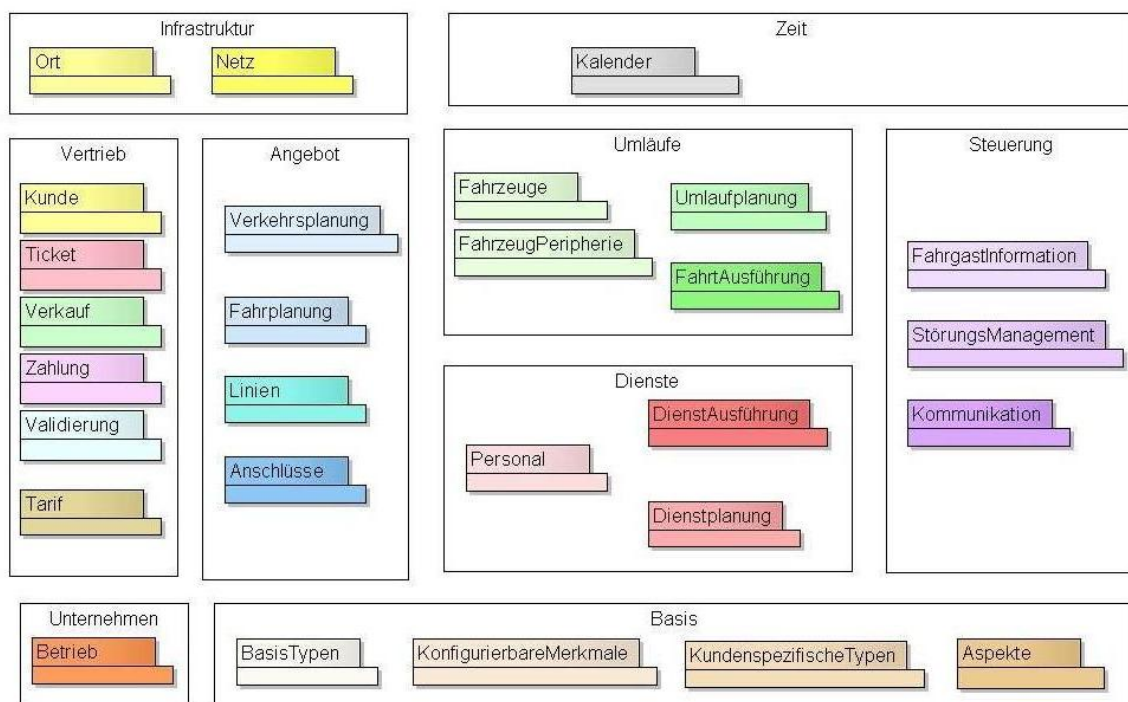


### 3 Klassenmodell

Das übergreifende Klassenmodell ist die Grundlage für die Modellierung aller Prozesse bzw. Anwendungen des ITVU Modells. Eine bestimmte Anwendung benutzt in der Regel einen ihr zugeordneten Teilbereich des Klassenmodells. Durch die ganzheitliche Modellierung ist damit gleichzeitig die Struktur der Schnittstellen zwischen den verschiedenen Anwendungen gegeben.

Das Klassenmodell enthält ca. 230 Klassen, die in 28 Paketen gruppiert sind. Die Pakete sind wiederum zu 9 Funktionsbereichen zusammengefasst.

Bild 3 zeigt die Struktur der Funktionsbereiche und Pakete



**Bild 3: Funktionsbereiche und Pakete des ITVU-Klassenmodells**

Die Funktionsbereiche des Modells sind im Folgenden kurz charakterisiert:

**Zeit** enthält die Tage, an denen Verkehrsleistungen angeboten werden sollen. Die Tage des natürlichen Kalenders werden dazu in verschiedene Kategorien eingeteilt, auf die man sich bei der Planung beziehen kann.

**Unternehmen** beschreibt die Organisationsstruktur des Verkehrsunternehmens, z. B. die Abgrenzung von Teilbetrieben. Außerdem findet man hier Regeln, Vorgaben und Parametersätze, die auf die Planung und Disposition einwirken.

**Basis** ist eine Sammlung von Paketen, die in ähnlicher Form auch in anderen Branchenmodellen vorkommen würden: Es gibt hier technische Basistypen (Uhrzeit, Währung), einen Mechanismus zur Definition konfigurierbarer Merkmale und eine Sammlung kunden-spezifischer (Geräte-)Typen. Hier würde auch die Modellierung von Mandanten, Benutzern und Rechten hingehören – dieses Thema haben wir im Modell weggelassen, da es stark mit

der Konstruktion konkreter Systeme zu tun hat. In der Basis befindet sich außerdem ein Paket zur Unterstützung von „Planungsaspekten“, einem speziellen Konzept zur Behandlung von situationsbezogenen Fahrplanvarianten, z.B. für Ferienzeiten, Baustellen, Großveranstaltungen...

Die **Infrastruktur** befasst sich mit geografischen Orten (Haltestellen, Betriebshöfe, technische Betriebspunkte, Wendeanlagen) und mit dem Netz, d.h. mit den Strecken, die die Orte miteinander verbinden. Zu den Strecken gehören spezifische Fahrzeitprofile.

Im **Vertrieb** geht es um die Sicht des Fahrgasts und um die Preisgestaltung („Tarifmodell“). Während im Kern des Modells die Innensicht des Verkehrsunternehmens auf die Beförderungsleistung dominiert („Produktionsperspektive“), konzentrieren wir uns hier auf die Planung und Durchführung einer Reise, die aus der Benutzung verschiedener Verkehrsmittel bestehen kann.

Das **Angebot** eines Verkehrsunternehmens besteht darin, zu festgelegten Zeiten entlang eines definierten Fahrwegs eine bestimmte Beförderungskapazität zur Verfügung zu stellen. Das Beförderungsangebot beruht auf einer Bedarfsanalyse (Verkehrsplanung) und definiert einen Fahrplan, der Verkehrszeiten und Takte für bestimmte Linien vorgibt. Für umsteigende Fahrgäste werden in der Planung die Linien über festgelegte Anschlüsse miteinander „verzahnt“.

**Umläufe** beschreiben die Bewegung der Fahrzeuge, während diese die Beförderungsleistung erbringen („Nutzfahrt“) oder auch während der Fahrt zum/vom Einsatzort („Leerfahrt“, „Betriebsfahrt“). Zum Funktionsbereich Umläufe zählen wir einerseits die Planung und andererseits die eigentliche Durchführung der Fahrten. In der Planung abstrahiert man sowohl vom konkreten Fahrzeug als auch vom konkreten Kalendertag, indem man sich auf Fahrzeugtypen und bestimmte Arten von Tagen bezieht (z. B. *werktags*). Bei der Durchführung geht es dann um konkrete Kalendertage, und aus dem planerischen Platzhalter für ein Fahrzeug bestimmten Typs wird ein konkretes Fahrzeug. Der Funktionsbereich Umläufe enthält ferner Pakete, in denen die Fahrzeuge (bzw. die Fahrzeugtypen) und deren Ausstattung beschrieben werden.

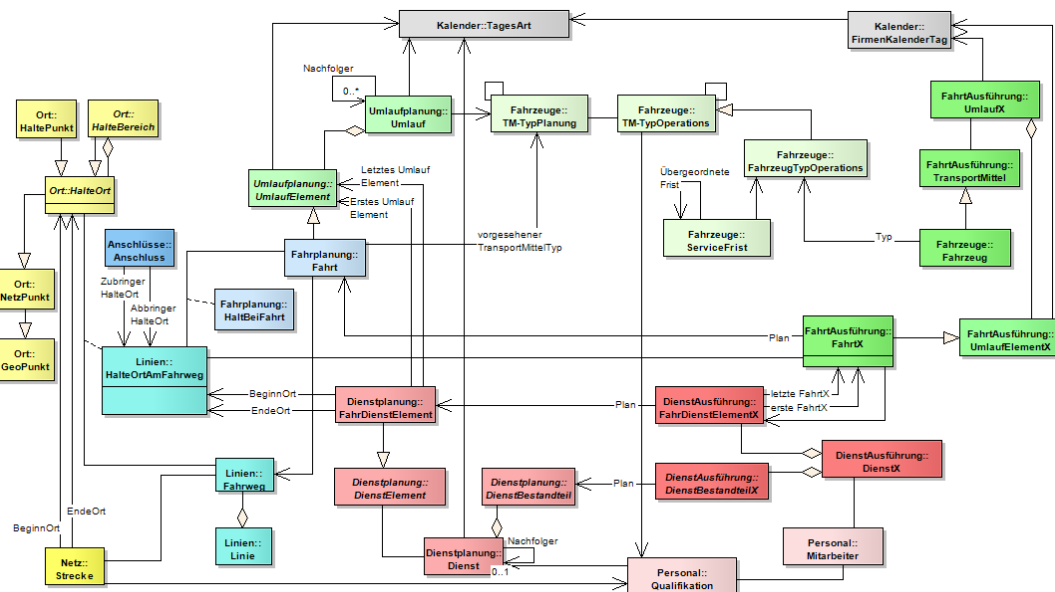
**Dienste** sind das Gegenstück zu den Umläufen. Sie werden von Mitarbeitern geleistet, hauptsächlich in ihrer Rolle als Führer von Fahrzeugen. Auch hier geht es einerseits um die Planung und andererseits um die Durchführung der Dienste. Analog zu den Umläufen wird auch hier bei der *Planung* abstrahiert: sie kümmert sich nicht um konkrete Tage oder einzelne Mitarbeiter, sondern um Tagesarten und Mitarbeitertypen. Ein besonders wichtiger Punkt ist die Berücksichtigung angemessener Erholungszeiten innerhalb des Dienstes (Lenkzeitregeln). Außerdem ist wichtig, die Reihenfolge der Dienste eines Mitarbeiters so zu wählen, dass die Erholungszeiten zwischen den Schichten (früh, mittel, spät, nachts) ausreichen.

An der Nahtstelle zwischen Mensch und Fahrzeug gibt es zwei Klassen im Modell, die die Einheit von Fahrer und Fahrzeug beschreiben. Gemeint sind die Klasse *FahrDienstElement* im Paket *Dienstplanung* und die Klasse *FahrDienstElementX* im Paket *DienstAusführung*. Erstere bezieht sich auf die Planung, letztere auf die Durchführung. Diese beiden Klassen erfassen genau den Zeitraum, in dem ein Fahrer ein Fahrzeug ununterbrochen führen soll

bzw. tatsächlich führt. Wir haben die beiden Klassen etwas willkürlich im Funktionsbereich *Dienste* angesiedelt: Von ihrem Wesen her stehen sie genau an der Nahtstelle zwischen den Funktionsbereichen *Umläufe* und *Dienste* (siehe auch Bild 4 weiter unten).

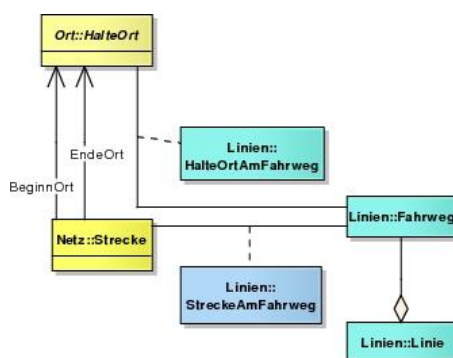
Die **Steuerung** enthält Pakete, die dazu dienen, Störungen im Betriebsablauf zu erkennen, die Fahrgäste darüber zu informieren und Gegenmaßnahmen durchzuführen. Da hierbei die Kommunikationstechnik eine wichtige Rolle spielt, wird sie zusammen mit diesen fachlichen Komponenten beschrieben.

Zwischen den Klassen bzw. Paketen existiert eine Vielzahl von Beziehungen, die im UML-Klassenmodell systematisch abgebildet sind. Eine grafische Darstellung aller Klassen und Beziehungen ist aufgrund der hohen Anzahl hier nicht sinnvoll in einer Abbildung möglich. Als Auszug sind die wichtigsten Klassen und ihre Beziehungen im sogenannten „Kernmodell“ zusammengefasst, siehe Bild 4.



**Bild 4: Kernmodell**

Bild 5 zeigt beispielhaft vergrößert einen kleinen Ausschnitt aus dem Gesamt-Modell, der die Beziehung zwischen Linien, Fahrwegen, Strecken und Orten beschreibt. Betroffen sind hier Klassen aus zwei Funktionsbereichen (Infrastruktur, Angebot) und drei Paketen (Ort, Netz, Linien).



**Bild 5: Teilmodell: Linien, Fahrwege, Strecken, Orte**

An diesem einfachen Beispiel soll erläutert werden, wie das Modell zu lesen ist, und welche Überlegungen zu konkreten Modellierungen geführt haben:

Wir bezeichnen jede Variante einer *Linie* als *Fahrweg*; die Linie selbst fasst alle *Fahrwege* zusammen, die die Fahrzeuge der Linie benutzen (Aggregation). Der *Fahrweg* ist eine geordnete Folge von *HalteOrten*.

Im Modell finden wir eine Beziehung zwischen *HalteOrt* und *Fahrweg*. Da ein *HalteOrt* in vielen *Fahrwegen* vorkommen kann und ein *Fahrweg* – abgesehen von reinen Pendelverkehren – immer aus mehreren *HalteOrten* besteht, handelt es sich um eine m:n-Beziehung. Wir beschreiben diese Beziehung näher in der Klasse *HalteOrtAmFahrweg*. Dort wird insbesondere die Reihenfolge der *HalteOrte* hinterlegt. Durch diese Art der Modellierung können wir auch den in der Praxis durchaus auftretenden Sonderfall abbilden, dass ein Fahrzeug während einer Fahrt zweimal denselben *HalteOrt* anfährt.

Anstatt einen *Fahrweg* durch eine Folge von *HalteOrten* zu beschreiben, kann man ihn auch durch die Reihenfolge der benutzten *Strecken* definieren. Diese Art ist sogar noch präziser, da es zwischen denselben *HalteOrten* mitunter mehrere Streckenführungen gibt; bei reiner Betrachtung der Orte weiß man in solchen Fällen nicht, welche Strecke benutzt werden soll. Im Gesamtmodell verwenden wir die Beziehungsklasse *StreckeAmFahrweg* für die Darstellung der Streckenfolge (vgl. Bild 5). Im Kernmodell (Bild 4) haben wir uns zeichnerisch auf eine Linie zwischen *Fahrweg* und *Strecke* beschränkt.

## 4 Modellierung- und Dokumentations-Methodik

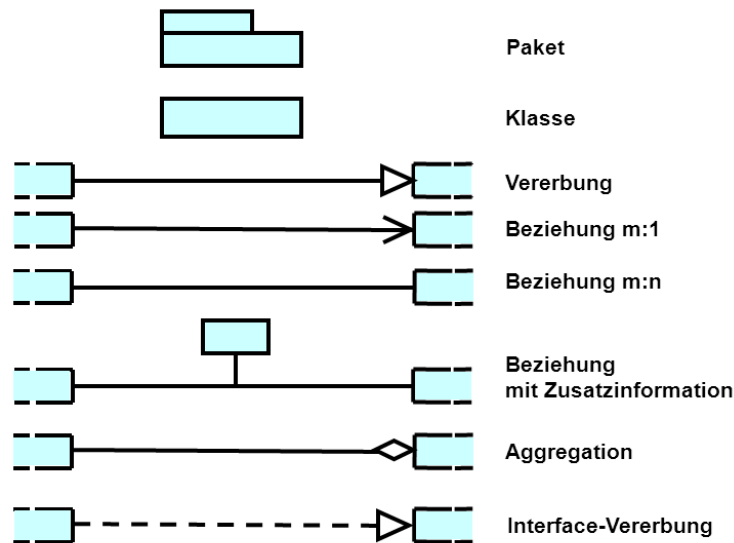
Das gesamte ITVU-Modell ist in UML 2 beschrieben [14].

Funktionsbereiche sowie Pakete sind im Sinne der UML als „Pakete“ (hierarchisch geschachtelt) modelliert. Alle Klassen des Modells sind jeweils beschrieben mit

- Name
- wichtigen Attributen
- Beziehungen zu anderen Klassen/Paketen
- Methoden (Funktionen)
- textueller Erläuterung

Zur Darstellung der Klassen und Pakete sowie ihrer Beziehungen werden die in Bild 6 gezeigten Elemente der UML benutzt.

Die Darstellung des Modells erfolgt als UML-Klassendiagramm. Hierbei wird unterschieden zwischen dem Gesamtmodell und den Teilmodellen.



**Bild 6:** Symbolik der Klassendiagramme

Zum Gesamtmodell gehören folgende grafische Darstellungen:

- **Paketübersicht:** alle Pakete, jeweils mit Name und Liste der Klassen; optische Anordnung nach Modellbereichen
- **Kernmodell:** die wichtigsten Klassen (ca. 35) und ihre Beziehungen (ca. 50)
- **Hauptmodell:** ca. 85 Klassen (incl. Attribute, Funktionen, Legende) und deren Beziehungen; die restlichen Klassen sind pauschal als Pakete aufgelistet; das Kernmodell ist im Hauptmodell enthalten.
- **Kompaktmodell:** gleicher Umfang wie das Hauptmodell, jedoch wird von jeder Klasse nur der Name angezeigt

Teilmodelle beschreiben jeweils die Klassen eines Pakets. Zusätzlich enthalten sie diejenigen Klassen anderer Pakete, zu denen irgendeine Klasse des betreffenden Pakets eine direkte Beziehung hat.

Als Modellierungswerkzeug für das ITVU-Modell wurde „Enterprise Architect“ eingesetzt.

Die vollständige Dokumentation des Modells mit ausführlichen Erläuterungen ist im Buchhandel erhältlich [13].

## 5 Literatur

- [1] Borndörfer, Ralf; Löbel, Andreas; Weider, Steffen (2002): Integrierte Umlauf- und Dienstplanung im Öffentlichen Verkehr. Seiten 77-98 in: Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen: Heureka'02: Optimierung in Verkehr und Transport. Köln.
- [2] Brauer, K. (1986): Informationswesen der Verkehrsbetriebe. Duncker + Humblot, Berlin.
- [3] Becker, G.(Hrsg.) (1994): Einsatz neuer Informations- und Leitsysteme in Verkehr, Prozessführung, Fertigung. 3. Internationaler Workshop Leitwarten, Köln.

- [4] Dobeschinsky, Harry (1991): Automatisierte verkehrsträgerübergreifende Informationssysteme: ein Beitrag zur Verbesserung der Fahrgastinformation im öffentlichen Verkehr. Diss. Uni Stuttgart.
- [5] Ferchland, Christian (1998): Interaktive Fahrplanerstellung für den intermodalen ÖPV mit Methoden der Netzplantechnik. Diss. Univ. d. Bundeswehr München.
- [6] Grüneberg, Ulrich (1993): Betriebsplanung zwischen Erfahrungswissen und EDV: menschengerechte Gestaltung der Fahr- und Dienstplanung im ÖPNV. 3. Auflage. Montania-Druck- und Verlagsgesellschaft, Dortmund.
- [7] Höfinger, Petra (2009): Qualitätsmonitoring im ÖPNV zur Angebotsverbesserung: Eine Methode zur kontinuierlichen Steigerung der Kundenzufriedenheit für Verkehrsunternehmen. VDM-Verlag Dr. Müller, Saarbrücken.
- [8] IVU.suite, siehe <http://www.ivu.de/produkte-und-loesungen/busse-und-bahnen.html>
- [9] Kopelsky, Sebastian (2010): Preisbildung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). GRIN Verlag GmbH, München.
- [10] Ott, Matthias (2008): Controlling-Instrumente in Unternehmen des Öffentlichen Personennahverkehrs unter besonderer Berücksichtigung des Linien Erfolgscontrollings. Diplomica-Verlag, Hamburg.
- [11] Richard, Ludwig (2007): Einnahmenaufteilung im öffentlichen Personennah- und Regionalverkehr. Sierke, Göttingen.
- [12] Rüger, Siegfried (1986): Transporttechnologie städtischer öffentlicher Personenverkehr. Transpress, Berlin.
- [13] Scholz, G. (2011): IT-Systeme für Verkehrsunternehmen, UML-Modellierung von Geschäftsprozessen und Daten im öffentlichen Personenverkehr, dpunkt.verlag Heidelberg.
- [14] Seemann, Jochen; von Gudenberg, Wolff (2006): Software-Entwurf mit UML 2. Springer, Berlin.
- [15] SIRI Technical Specification (2006): Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport operations - Parts 1/2/3: prCEN/TS 15531-1, prCEN/TS 15531-2, prCEN/TS 15531-3, CEN EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, Brüssel.
- [16] Transmodel (2001): The European Reference Data Model for Public Transport V5.0, revised ENV 12896, CEN EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, TC278/WG3, Brüssel.
- [17] VDV-Schriften 450, 452, 455, 453, 454, 423, 730  
Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Köln.
- [18] Wittowsky, Dirk (2008): Dynamische Informationsdienste im ÖPNV: Nutzerakzeptanz und Modellierung. Diss. Uni Karlsruhe.

# **Data-Mining für die Analyse von Nachfrage und Angebot im Revenue Management am Beispiel von Fluggesellschaften**

**Catherine Cleophas**

Freie Universität Berlin, Department Wirtschaftsinformatik, 14195 Berlin,  
E-Mail: catherine.cleophas@fu-berlin.de

## **Abstract**

Nachfrageprognose und Angebotsteuerung werden im Revenue Management zunehmend auf die Betrachtung komplementäre und substituierbare Produkte ausgeweitet. Im Revenue Management bedeutet dies die Prognose und Optimierung auf der Ebene von Reisewegen, Verkaufsstandorten, Buchungsklassen und Buchungsklassengruppen. Diese detaillierte Betrachtungsweise ermöglicht eine gezielte Optimierung der Angebotssteuerung, doch sie erhöht auch die Komplexität des Modells. Dieses Paper präsentiert eine Möglichkeit zur Analyse und Klassifikation von Nachfrage und Angebot durch die Anwendung von Data-Mining. Eine entsprechende Klassifikation bildet eine Möglichkeit, das Problem kleiner Zahlen und den Aufwand komplexer Einflüsse zu reduzieren.

## **1 Einleitung**

Revenue Management wird in [14] als ein Weg beschrieben, Informationssysteme so einzusetzen, dass die richtige Kapazität dem richtigen Kunden zur richtigen Zeit und zum richtigen Preis angeboten wird. Diese Zuordnung soll den Erlös maximieren. Für den erfolgreichen Einsatz von Revenue Management nennen [14] und [7] einige Bedingungen: dazu gehören standardisierte Produkte, eine wenig flexible Kapazitätsplanung, begrenzte Verkaufsfristen und unterschiedliche Nachfragesegmente.

Ohne eine Segmentierung der Nachfrage in Hinblick auf Zahlungsbereitschaft und Produktansprüche scheitert das Revenue Management. Eine Optimierung des Angebots auf Basis von Zielfunktion und Nebenbedingungen setzt (in der Mehrzahl der existierenden Ansätze) eine auf dieser Segmentierung basierende Prognose voraus.

Der inhaltliche Umfang des vom Revenue Management verwendeten Modells wächst ständig. Während nach [9] erste Optimierungsansätze bei Fluggesellschaften auf individuelle Flüge begrenzt waren, ist zwischenzeitlich eine netzwerkorientierte Betrachtung nach Reisewegen und Verkaufspunkten verbreitet. Die Bedingung unabhängiger Nachfrage wurde zunehmend durch Modelle beseitigt, die die Nachfrage als abhängig von der Verfügbarkeit

annehmen (siehe [16]). Aktuelle Ansätze wie zum Beispiel [7] betrachten außerdem Substitutionseffekte auf parallelen Abflügen und strategisches Kundenverhalten.

Abschnitt 2.1 zeigt, dass durch die Ausweitung des Modells die Zahl der Variablen für die Prognose und Optimierung wächst. Eine steigende Menge von Variablen hat zwei Konsequenzen: Erstens führt wie in Abschnitt 2.2 beschrieben eine feine Aggregation der Nachfrage zum sogenannten Problem der kleinen Zahlen. Zweitens bringt die Komplexität des Modells Gefahren für die Qualität der Auswertung und Beeinflussung durch Revenue Management Analysten mit sich. Diese ist allerdings wie in Abschnitt 2.3 beschrieben notwendig und wichtig, da Elemente der Unsicherheit (z.B. bedingt durch Konjunktur oder Wettbewerb) bisher nicht vollständig automatisiert berücksichtigt werden können.

Die beschriebenen Konsequenzen motivieren die hier vorgeschlagene neue Betrachtungsweise von Nachfrage und Angebot auf Basis von Techniken des Data-Minings. Abschnitt 2.4 gibt eine Einführung in den bisherigen Einsatz von Data-Mining im Operations Research im Allgemeinen und im Revenue Management im Besonderen.

Eine Beschreibung der Anwendung von Data-Mining zur Analyse und Aggregation von Nachfrage und Angebot erfolgt in Abschnitt 3. Dabei wird eine Klassifikation der Nachfrage verwendet, um die Segmentierung der Nachfrage zu realisieren. Auf Basis der Nachfrageklassifikation können Nachfrageströme auf der detailliertesten Ebene eines Modells charakterisiert und gebündelt betrachtet werden. Die sich ergebende neuartige Aggregation kann nicht nur das Problem der kleinen Zahlen reduzieren, sondern auch die Auswertung und Veränderung der Nachfrageprognose durch Analysten erleichtern. Ein ähnlicher Ansatz kann auch für die Analyse der Angebotsituation verwendet werden. Hier charakterisieren die sich aus der Optimierung ergebenden Verfügbarkeiten, Kapazitäten und die aktuelle Buchungssituation das Angebot. Eine Kombination des klassifizierten Angebots mit den zuvor erzeugten Nachfragebündeln kann nicht nur die Grundlage für die Auswertung und Beeinflussung des Angebots, sondern auch für die Erfolgsmessung bilden.

Ein Ansatz zur Validierung des hier eingeführten Konzepts wird in Abschnitt 4 vorgestellt. Eine Simulation eignet sich für die Untersuchung des Erfolgs des hier vorgestellten Konzeptes besonders, da darin die tatsächlich existierende Nachfrage transparent ist. Zusätzlich ist eine Fallstudie anhand der realen Daten einer Fluggesellschaft zur Überprüfung von Machbarkeit und Nutzen notwendig.

## **2 Konsequenzen des wachsenden Revenue Management Modells**

Auf Basis steigender Rechnerkapazitäten und weiterentwickelter mathematischer Methoden werden die Möglichkeiten des Revenue Managements seit den siebziger Jahren ständig erweitert. Im Prozess des Operations Research wie in [10] beschrieben bildet ein Entscheidungsmodell die Grundlage für die Suche nach einer optimalen Lösung. Im Revenue Management sind in diesem Entscheidungsmodell Annahmen über das Verhalten von Kunden enthalten. Durch eine Annäherung des Modells an die Realität soll, als Grundlage für die Angebotssteuerung, eine ideale Segmentierung vorgenommen werden.

Dieser Abschnitt dokumentiert einige Schritte in dieser Entwicklung und zeigt, dass die Erweiterung des Modells auch eine Vermehrung der darin enthaltenen Variablen und damit der hierarchischen Komplexität zur Folge hat. Die Konsequenzen aus einer Vielzahl von



Variablen in Form des Problems kleiner Zahlen und eines steigenden Aufwandes bei der Bewertung und Beeinflussung werden erläutert. Das Data-Mining wird als Methode zum Umgang mit großen und komplexen Datenmengen eingeführt. In diesem Zusammenhang werden schließlich existierenden Anwendungen von Data-Mining in Operations Research und Revenue Management zusammengefasst.

## 2.1 Entwicklung des Revenue Management Modells

Mit wenigen Ausnahmen basiert Revenue Management nach [14] auf einer Kombination von Prognose und Optimierung. Eine Nachfrageprognose parametrisiert Nebenbedingungen, welche die Grundlage der Optimierungsfunktion bilden. Prognose und Optimierung verwenden ein gemeinsames Modell, welches den Grad der Nachfrageaggregation ebenso wie die Ebene, auf der die Verfügbarkeit berechnet wird, bestimmt.

Herausforderungen wie in [3] beschrieben können häufig als Erweiterungen des mathematischen Modells zur Annäherung an die Realität formuliert werden. Indem bisherige Beschränkungen überwunden und neue Methoden entwickelt werden, wächst das Modell. Die sich daraus ergebenden Effekte werden unter anderem auch in [1] demonstriert.

Im Revenue Management von Fluggesellschaften konzentrieren sich nach [9] die ersten Ansätze auf die Prognose und Optimierung von einzelnen Flügen unter der Annahme unabhängiger Nachfrage. In diesem Modell gibt es keine Unterschiede in der Bewertung von Umsteigern (die zwei komplementäre Produkte kaufen) und lokalen Passagieren (die nur eines kaufen). Weiterhin gibt es keine Substitute, so dass die Verfügbarkeit einer Buchungsklasse keinen Einfluss auf die Nachfrage nach anderen Buchungsklassen hat. Das flugbasierte Modell führt bei einem Netzwerk aus acht Flügen und vier angebotenen Buchungsklassen, unabhängig von der Netzstruktur, zu  $8 * 4 = 32$  Variablen. Für jede dieser Variablen wird die Nachfrage prognostiziert und die erlösoptimale Verfügbarkeit berechnet.

Eine erste Erweiterung erfolgte mit der Betrachtung der durch die Kombination einzelner Flüge gebildeten Reisewege. Hier wird die Nachfrage für komplementäre Güter zusammen prognostiziert, um durch die gemeinsame Optimierung den Erlös zu steigern. Beispiele für netzwerkorientiertes Revenue Management finden sich in [11].

Geht man, wie im oben genannten Beispiel, weiterhin von acht Flügen und vier angebotenen Buchungsklassen aus, hängt die Zahl der sich ergebenden Variablen eines netzwerkorientierten Modells von der Struktur des Netzwerks ab. Wir betrachten ein kleines Netz aus drei Flughäfen: jeweils zwei Flüge verbinden Spoke 1 mit dem Hub und den Hub mit Spoke 2 in beide Richtungen. Zwei der drei Flughäfen sind also nicht durch einen direkten Flug verbunden. In diesem Netzwerk ist die Anzahl der Reisewege maximal 16, wenn die Anschlusszeit für alle sinnvollen Verbindungen passend ist. Dabei wird angenommen, dass kein Reiseweg denselben Start- und Endpunkt hat und keine unnötigen Umwege in Kauf genommen werden. Stellen die Knoten des Netzwerks unterschiedliche Verkaufspunkte dar, und kann jeder Reiseweg von jedem Verkaufspunkt aus gebucht werden, ergeben sich  $16 * 3 = 48$  mögliche Kombinationen von Reisewegen und Verkaufspunkten. Bei vier Buchungsklassen ergeben sich  $4 * 16 * 3 = 192$  Variablen.

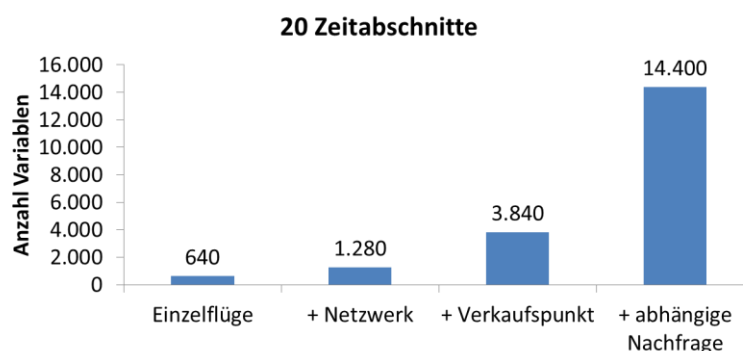
Eine jüngere Ergänzung des Modells ist die Betrachtung von Substitutionseffekten zwischen zeitgleich angebotenen Kombinationen von Produkten und Preisen. Für Fluggesellschaften

ist die Nachfrage abhängig von der Verfügbarkeit paralleler Flüge und anderer Buchungsklassen, wie in [16] beschrieben.

Besteht die Möglichkeit, dass Kunden mehrere Klassen akzeptieren, muss die Nachfrage auch für denkbare Kombinationen von Substituten prognostiziert werden. Bei vier Buchungsklassen ergeben sich maximal vier Kundengruppen, die nur eine Klasse akzeptieren, sechs Gruppen à zwei Klassen, vier Gruppen à drei Klassen und eine Gruppe, die alle Klassen akzeptiert. Für jeden Reiseweg und jeden Verkaufspunkt müssen demnach 15 Kundengruppen prognostiziert und in der Optimierung berücksichtigt werden. Dies erhöht die Anzahl der Variablen auf  $15 * 16 * 3 = 720$  Variablen.

Bisher wurden Nachfrage und Angebot nicht über den Verkaufszeitraum zeitlich differenziert prognostiziert und optimiert. Eine Aufteilung des Verkaufszeitraumes in mehrere Abschnitte ist allerdings im Revenue Management weitverbreitet. Der Zeitpunkt der Nachfrage hat eine besondere Bedeutung, da oft frühzeitige Anfragen nach günstigen Angeboten erfüllt werden, gleichzeitig jedoch Kapazitäten für späte, hochwertige Anfragen reserviert bleiben sollen [8].

Wird der Verkaufszeitraum unterteilt, erhöht sich die Anzahl der Variablen für die Prognose und darauf basierend die Angebotssteuerung weiter. Wenn der Verkaufszeitraum von einem Jahr im Beispiel des Airline Revenue Managements in 20 Zeitabschnitte aufgeteilt wird, erhöht sich die maximale Zahl der Variablen im netzbasierten Modell auf  $192 * 20 = 3.840$ . Im netzbasierten Modell mit abhängiger Nachfrage können bis zu 14.400 Variablen entstehen.



**Bild 1: Anzahl der Variablen beim Ausbau des Modells**

Bild 1 fasst die beschriebene Entwicklung zusammen. Das Modell wächst noch weiter, wenn die Möglichkeit der Substitution zwischen Abflugzeiten oder strategische Kunden einbezogen wird. Strategische Kunden (siehe [6]) fragen im Laufe des Verkaufszeitraums mehrfach an und fällen die Entscheidung, das Produkt zum angebotenen Preis zu kaufen oder weiter abzuwarten, basierend auf ihren Erfahrungen über den Preisverlauf. Die Kunden können also nicht nur zwischen Buchungsklassen substituieren, sondern auch die Entscheidung über den Zeitpunkt ihrer wiederholten Abfrage zur Preisminimierung nutzen. Eine weitere Betrachtung der Konsequenzen des Modellwachstums für das Revenue Management unter dem Aspekt der Komplexität findet sich in [1].

## 2.2 Das Problem der kleinen Zahlen

Der mit dem Wachstum des Modells verbundene Aufwand kann durch den methodischen und technischen Fortschritt teilweise kompensiert werden. Doch durch die Vielzahl der Variablen in der Nachfrageprognose entsteht auch das sogenannte Problem der kleinen Zahlen. Dieses ergibt sich, wenn ein Modell mit einer Vielzahl von Parametern durch eine kleinere Zahl von Beobachtungen definiert werden soll. Im Revenue Management kann die Zahl der entstehenden Variablen die zu einem Zeitpunkt angebotene Kapazität und damit die Anzahl der möglichen beobachteten Käufe weit übersteigen. Dieses Problem wird unter anderem in [2] kurz erläutert.

Das Problem kleiner Zahlen tritt bereits für das im vergangenen Abschnitt beschriebene Beispiel schnell auf. Nimmt man 160 Sitzplätze pro Flug an, ergeben sich maximal 1.280 verkaufte Tickets ohne Überbuchung. Nach dieser Rechnung kommen bei 3.840 Variablen auf jede Beobachtung drei Variablen.

Durch eine Akkumulation der Beobachtungen über mehrere Abflüge hinweg kann diese Quote verbessert werden. Allerdings werden sich, insbesondere bei einer unregelmäßigen Verteilung von Buchungen über Zeitabschnitte, Erwartungswerte von weniger als einer Buchung ergeben. Dies tritt auf, wenn zum Beispiel eine Klasse auf einem Reiseweg und einem Verkaufspunkt zu einem Zeitpunkt nur für einen von zehn beobachteten Abflügen verkauft wurde. Diese Bruchteile können durch Rundungseffekte zu stark schwankenden Ergebnissen führen: Bereits eine zusätzliche Buchung kann zu einer Differenz zwischen tatsächlicher und prognostizierter Nachfrage von über 100 % führen.

Wie auch in [2] erläutert ist es nicht sinnvoll, Reisewege mit kleinen Verkaufszahlen zu ignorieren. Während die Nachfrage im Einzelnen gering sein mag, kann sie in der Summe einen wesentlichen Anteil am gesamten Erlös haben. Es gibt also einen Bedarf nach Ansätzen zur Aggregation, die es gestatten, die Zahl der Parameter zu verringern ohne den für die sinnvolle Segmentierung notwendigen Informationsgehalt aufzugeben.

## 2.3 Analyse und Beeinflussung komplexer Modelle

Trotz der Weiterentwicklung des Revenue Management Modells bleiben Elemente der Unsicherheit bestehen, die mittelfristig nicht durch automatisierte Algorithmen berücksichtigt werden können. Beispiele sind Veränderungen der Nachfrage durch starke konjunkturelle Schwankungen und Wettbewerberstrategien. In [11] wird gezeigt, dass die Pflege der Prognose durch Analysten zur Erlösmaximierung beiträgt. Dies ist unter anderem notwendig, wenn sich das Nachfrageverhalten kurzfristig ändert. Nach [5] darf ein vollständig automatisiertes wettbewerbsorientiertes Revenue Management aus spieltheoretischer Sicht wenig Erfolg erwarten. Die Autoren überlassen es der Intuition der Analysten, die Erlössteuerung auf die Existenz und das Verhalten des Wettbewerbers anzupassen.

Analysten können nicht ohne einen erheblichen Mehraufwand Auswertungen und Einflüsse auf der Ebene realisieren, auf der automatisierte Systeme arbeiten. Somit wird eine Aggregation und Darstellung benötigt, die die Auswertung auf einer weniger detaillierten Ebene gestattet und gleichzeitig den Informationsverlust minimiert. Auf einer derartigen Sicht auf das System kann eine unmittelbare Beeinflussung der Ergebnisse aufsetzen.

## 2.4 Data-Mining und Revenue Management

Data-Mining ist nach [12] als „automatisierter oder semi-automatisierter Prozess zur Extraktion bisher unbekannten und potentiell nützlichen Wissens aus großen Datenbanken“ definiert. Dies geht über die systematische Anwendung von Datenhaltung und -verarbeitung hinaus und muss davon abgegrenzt werden. Wie in [10] beschrieben kann die Effektivität des Operations Research durch Data-Mining unterstützt werden. Die Anwendung von Data-Mining auf das Revenue Management bietet dafür eine Gelegenheit. Dabei zielt die hier beschriebene Methode nicht auf eine Ablösung der herkömmlichen Methodik durch Data-Mining („Effektivität durch Ersatz“ nach [10]) sondern auf eine Verbesserung durch Kombination („Effektivität durch Verfeinerung“ [10]) ab.

Die Anwendung des Data-Mining zur Unterstützung des Revenue Managements ist bisher kaum dokumentiert. Die Möglichkeiten zur Verwendung von Techniken des Data-Mining im Bereich Customer Relationship Management, wie sie [14] zusammenfasst, sind allerdings auf die bisher beschriebenen Problemstellungen des Revenue Managements übertragbar. In beiden Fällen ist das Ziel eine Segmentierung der Kunden auf Basis historischer Daten. Wie zum Beispiel in [13] vorgeschlagen können Muster im Kundenverhalten mithilfe von Data-Mining identifiziert, standardisiert und für die Klassifikation von neuen Beobachtungen verwendet werden. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass das Customer Relationship Management Daten in Bezug auf das Verhalten individueller Kunden sammelt, während im Revenue Management üblicherweise Daten auf der feinsten im verwendeten Modell gegebenen Ebene gesammelt werden.

Revenue Management und Customer Relationship Management rücken noch näher aneinander, wenn der langfristige Kundenwert in Betracht gezogen wird. Eine derartige Betrachtung wird u.a. in [17] vorgeschlagen. Der weitere Text ist auf die Identifikation von Kundensegmenten für das netzorientierte Revenue Management Modell mit abhängiger Nachfrage beschränkt. Weitere Aspekte, wie der langfristige Kundenwert oder auch strategisches Kundenverhalten, bieten eine zusätzliche Motivation für Weiterentwicklungen.

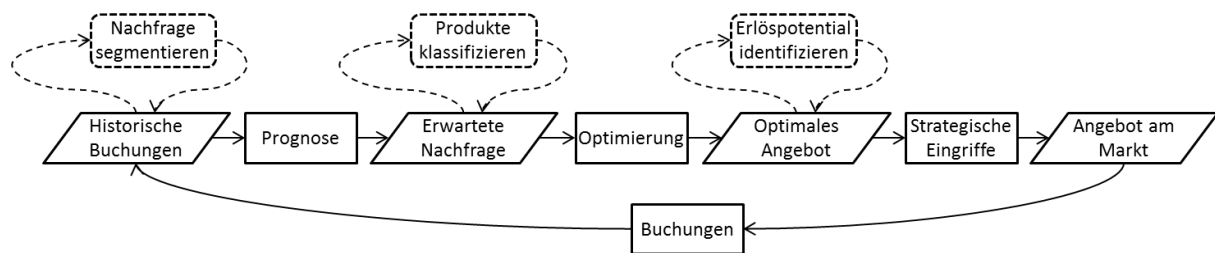
## 3 Data-Mining zur Analyse von Nachfrage und Angebot

Data-Mining kann in Revenue Management an mehreren Stellen wie in Bild 2 illustriert angewendet werden. Erstens kann es die Segmentierung der Nachfrage unterstützen. Zweitens kann Data-Mining helfen, das Problem kleiner Zahlen zu begrenzen, indem ähnliche Instanzen identifiziert und aggregiert prognostiziert werden. Drittens kann es die Analyse und Beeinflussung der Nachfrageprognose und Angebotssteuerung unterstützen.

Auf diese Weise werden drei der in [10] beschriebene Anwendungsarten des Data-Mining genutzt: Die *Beschreibung* von Ähnlichkeiten zwischen Instanzen etc., die *Mustererkennung* zur Erklärung dieser Ähnlichkeiten und die *prädiktive Folgerung* aus ähnlichen Attributen der Instanzen auf eine ähnliche Entwicklung der Nachfrage. Bild 3 illustriert Gelegenheiten zur Einbindung von Data-Mining in den Revenue Management Prozess.

In den folgenden Abschnitten wird die Verwendung von Data-Mining zur Segmentierung der Nachfrage, Klassifikation von Produktkombinationen und Identifikation von Erlöspotentialen beschrieben. Die im weiteren Text verwendeten Definitionen und Methoden des Data-Mining

sind, sofern nicht ausdrücklich anders identifiziert, aus [18] übernommen. Ihre Anwendung auf das Revenue Management ist ein in diesem Beitrag neu vorgestellter Ansatz.



**Bild 2: Data-Mining im Revenue Management Prozess**

### 3.1 Segmentierung der Nachfrage

Im traditionellen Revenue Management basiert die Nachfrageprognose auf historischen Buchungen. Dies wirft das hier nicht weiter behandelte Problem des Unconstrainings auf – Buchungen, die durch die Angebotskonstellation begrenzt sind, müssen in die ursprüngliche Nachfrage transformiert werden. Eine Erläuterung dieser Problematik sowie ein Vergleich möglicher Lösungsansätze findet sich in [15]. Historische Buchungen sind durch folgende Merkmale charakterisiert: gekauftes Produkt, Zeitpunkt des Kaufs, Verkaufsweg, Angebotskonstellation zum Zeitpunkt des Kaufs, Preis. Betrachtet man den Einsatz bei Fluggesellschaften, können diese Merkmale wie folgt weiter präzisiert werden.

Das *gekaufte Produkt* ist der Transport über einen Reiseweg (Zeitpunkt von Abflug und Ankunft als Zeit und Datum, Ausgangsort, Zielort und ggf. Umsteigeorte, Reisezeit) zu den Restriktionen des gebuchten Tarifs. Der *Zeitpunkt des Kaufs* kann in Zeitabschnitten vor Abflug oder als vom Abflug unabhängige Kombination aus Uhrzeit, Wochentag und Datum beschrieben werden. Auch der *Verkaufsweg* kann unterschiedlich beschrieben werden. Er kann als Start oder Ziel der Reise oder als geographische Einheit angegeben werden. Auch eine Unterscheidung zwischen dem Verkauf über Reiseagenten, Firmenbüros und Internetanbieter ist möglich. Die *Angebotskonstellation* spielt dann eine Rolle, wenn der weitere Prozess abhängige Nachfrage in Betracht zieht. Sie kann als die Verfügbarkeit günstigerer Tarife auf demselben oder vergleichbaren Reise- und Verkaufswegen beschrieben werden, aber auch zeitgleich bestehende Angebote von Wettbewerbern enthalten. Weiterhin kann zwischen dem *Preis* abzüglich von Steuern und Gebühren, inklusive Steuern und Gebühren oder auch inklusiver zusätzlicher Kosten zum Beispiel für Gepäckstücke unterschieden werden.

Das Ergebnis einer derartigen Beschreibung von historischen Buchungen ist ein Datensatz pro Buchung. Das Data-Mining bezeichnet diesen Datensatz als *Instanz*, die beschriebenen Merkmale als *Attribute*. Diese Begriffe werden im weiteren Text in diesem Sinne verwendet. Die Instanzen können *informiert* oder *uninformiert* segmentiert werden – die verschiedenen bringen verschiedene Anforderungen und Möglichkeiten mit sich.

Das *Clustering* stellt eine uninformierte Methode der Segmentierung dar. Der Vorteil des uniformierten Lernens von Kundensegmenten ist die ergebnisoffene Vorgehensweise: Die entstehenden Cluster sind von bestehenden Hypothesen unabhängig und können neue, unerwartete Einblicke in Zusammenhänge zwischen den Attributen bieten. Gleichzeitig sind die entstehenden Cluster nicht notwendigerweise im weiteren Prozess nutzbar, da sie sich

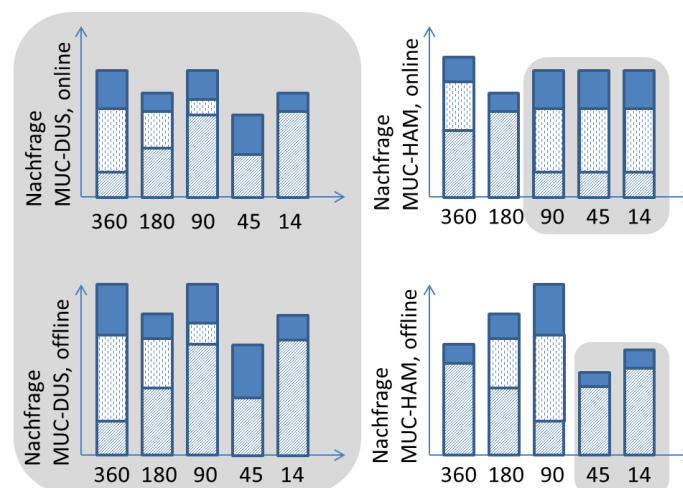
nicht unbedingt an Attributen orientieren, die traditionell im Revenue Management betrachtet werden.

Die *Klassifikation durch Entscheidungsbäume* ist ein Beispiel für die informierte Segmentierung. Dafür müssen Klassen vorab auf Basis von Attributausprägungen definiert werden. Für Fluggesellschaften können beispielsweise Beschreibungen von Kundensegmenten anhand der Attribute gezahlter Preis, gebuchter Tarif und Anfragezeitpunkt für die Definition der Klassen genutzt werden. Diese Methode hat den Vorteil, dass die Ergebnisse mit dem verwendeten Revenue Management Modell unmittelbar verbunden werden können. Ein zusätzliches, der Klassifikation vorausgehendes Clustering kann bei der Suche nach besonders vielversprechenden Attributen nützlich sein.

Die Ergebnisse dieses Schritts können unabhängig zur Analyse der Nachfrage, aber auch für den Vergleich von beobachteter und prognostizierter Nachfrage verwendet werden. Entstehende Klassen und Regeln können eine Grundlage für den Vergleich von Märkten sowie für die Analyse von Marktentwicklungen über die Zeit bilden. Die weiteren hier beschriebenen Schritte gehen von einer Klassifikation nach gezahltem Preis, gleichzeitig verfügbaren Buchungsklassen und vom Kunden gewählten Tarifeigenschaften aus.

### 3.2 Bündelung von Produktkombinationen

Abhängig von den betrachteten Attributen und dem Kundenmodell der Prognose kann die in Abschnitt 3.1 beschriebene Segmentierung der Nachfrage sowohl auf die historischen Buchungen als auch auf die prognostizierte Nachfrage angewendet werden. Jede Produktkombination lässt sich durch den Anteil der dafür in der Vergangenheit beobachteten und prognostizierten Nachfragesegmente beschreiben. Im Kontext von Fluggesellschaften kann eine Produktkombination durch den Reiseweg, den Verkaufsweg und den Zeitabschnitt des Verkaufszeitraums beschrieben werden. Außerdem können Besonderheiten des angebotenen Tarifs, wie zum Beispiel die Unterscheidung zwischen Business- und Economy-Klassen, berücksichtigt werden.



**Bild 3:** Bündelung von Produktkombinationen anhand von Nachfragesegmenten

Während im vorausgehenden Abschnitt einzelne Buchungen als zu klassifizierende Instanzen betrachtet wurden, dienen nun Produktkombinationen als Instanzen. Bild 3 zeigt ein beispielhaftes Ergebnis auf jeweils zwei Reise- und Verkaufswegen. Die Kundenmenge

pro Zeitabschnitt des Verkaufshorizontes ist als Säule abgetragen. Dabei ist jede Säule in die Anteile der für diesen Abschnitt erwarteten Kundensegmente aufgeteilt.

Im Anschluss an eine derartige Charakterisierung können ähnliche Instanzen zusammengefasst werden. In Bild 3 wird die Ähnlichkeit der Verkaufswege *online* und *offline* auf dem Reiseweg *MUC-DUS*, sowie die Ähnlichkeit einiger aufeinander folgender Zeitabschnitte im Verkaufshorizont des Reisewegs *MUC-HAM* betont.

Die Identifikation ähnlicher Produktkombinationen auf Basis der Beschreibung durch Kundensegmente kann durch Clustering unterstützt werden. Zusätzliche Informationen, wie in der Vergangenheit beobachtete Trends in der Menge der Nachfrage, für eine Kombination können als Attribute einbezogen werden.

Die Plausibilität und Akzeptanz des Ergebnisses wird verbessert, wenn Experten die Randbedingungen der Identifikation ähnlicher Produktkombinationen festlegen können. Eine mögliche Randbedingung ist die Beschränkung der Bündelung auf aufeinanderfolgende Zeitabschnitte oder Reisewege zwischen übereinstimmenden Ländern.

Die resultierenden Produktbündel können zur Reduktion des Problems kleiner Zahlen und der Auswertung und Beeinflussung der Prognose durch Analysten genutzt werden. Das Problem kleiner Zahlen wird beschränkt, indem für ähnliche Bündel eine gemeinsame Prognose erstellt wird. Da die Beobachtungen für das gesamte Bündel genutzt werden, ergeben sich größere Zahlen. Die so erstellte Prognose kann entweder auf die einzelnen Produktkombinationen umgelegt oder für eine gemeinsame Optimierung verwendet werden.

Bei der Auswertung sind zwei Verwendungszwecke zu unterscheiden. Einerseits kann die prognostizierte Nachfrage mit der Einschätzung des Analysten verglichen werden. Sind die im Bündel enthaltenen Produktkombinationen zum Beispiel von einer Messe betroffen, kann die erwartete Auswirkung vom Analysten in die Prognose eingepflegt werden. Abhängig von der Einschätzung des Analysten ist es auch möglich, Produktkombinationen aus einem Bündel mit den Eigenschaften eines anderen Bündels zu versehen, wenn eine Berichtigung der automatisierten Prognose in diesem Maß notwendig erscheint. Andererseits können nach Ende des Verkaufszeitraums Vergleiche zwischen der prognostizierten und der tatsächlich beobachteten Nachfrage aufgestellt werden, um die Qualität der Prognose zu beurteilen. Eine gute Prognose sollte die tatsächlich beobachtete Nachfrage als Teilmenge enthalten, aber nicht auf sie beschränkt sein.

### 3.3 Identifikation von Erlöspotentialen

Die dritte Gelegenheit, Data-Mining zur Unterstützung des Revenue Managements einzusetzen, ergibt sich nach Abschluss der Optimierung. Durch ihre Abhängigkeit von Prognose und Kapazität sind die Auswirkungen der Optimierung anhand einer herkömmlichen Analyse der Verfügbarkeitskonstellation nicht unbedingt offensichtlich. Zudem kann ein differenziertes Revenue Management Modell zu Mustern in den Erlöspotentialen führen, die ohne eine systematische Analyse auf der kleinsten Ebene nicht zu erkennen sind. Eine derartige Analyse ist aufgrund der Vielzahl der Variablen, wie in Abschnitt 2.1 dargestellt, für Analysten anspruchsvoll und aufwändig.

Wäre die automatisierte Optimierung der letzte Schritt des Revenue Management Prozesses, könnte auf diese Analyse gegebenenfalls verzichtet werden. Doch strategische Nebenziele wie zum Beispiel die flexible Reaktion auf Wettbewerberangebote erfordern ein

tiefgehendes Verständnis der Situation und eine Möglichkeit zu gezielten Eingriffen durch Analysten (siehe [5]).

Die Identifikation von Erlöspotentialen kann auf der Ebene individueller Produktkombinationen oder der in Abschnitt 3.2 beschriebenen Bündel stattfinden. Abhängig davon werden entweder einzelne Produktkombinationen oder Bündel in diesem Schritt als Instanzen behandelt.

Anhand der nach der Optimierung verfügbaren Informationen können neben der prognostizierten Nachfrage weitere Merkmale identifiziert und zur Klassifikation der Instanzen verwendet werden. Insbesondere der *maximale Anteil der Gesamtkapazität*, der erwartete *durchschnittliche Erlös pro Einheit* sowie die erwartete *Produktivität als Prozentsatz der Kapazität* sind denkbare Attribute. Auch Informationen über die Wettbewerbssituation und die Existenz besonderer Ereignisse können miteinbezogen werden. Diese Attribute können gemeinsam mit Attributen, die die Zusammensetzung der Nachfrage beschreiben, für die Klassifikation der Instanzen verwendet werden.

Die Beschreibung der verwendeten Klassen hängt von der Zielsetzung dieses Schritts ab. Sollen primär die für den Erlös vielversprechendsten Instanzen identifiziert werden, bietet sich eine Einteilung nach erwarteter Produktivität und durchschnittlichem Erlös an. Sind Nebenziele wie eine möglichst gute Ausnutzung der gegebenen Kapazität oder eine wettbewerbsorientierte Steuerung die Motivation, können die verwendeten Klassen die verfügbare Kapazität oder Abstufungen der Wettbewerbsintensität miteinbeziehen.

Das Ergebnis dieses Schrittes kann auf mindestens zweierlei Weise verwendet werden. Einerseits beschreiben die entstandenen Klassen die enthaltenen Instanzen und geben Analysten so einen Überblick über die Anteile und die Verteilung von hochwertigen Produkten am gesamten Angebot. Auf Basis dieses Überblicks können zum Beispiel Einflüsse mit dem Ziel, die Produktivität zu steigern, gesetzt werden.

Andererseits bietet die Klassifikation auch eine neue Möglichkeit zur Erfolgsmessung im Revenue Management. Durch die sämtliche der beschriebenen Schritte hinweg kann eine Topologie von Erlöspotentialen aufgebaut werden, die auf Attributen der Nachfrage und der Optimierung basiert. Nach Ende des Verkaufszeitraumes wäre zu erwarten, dass die durch Prognose und Optimierung beschriebene Situation in Erlöse umgesetzt wurde. Zum Beispiel sollte ein Reiseweg mit hochwertiger prognostizierter Nachfrage und hohem angestrebten Durchschnittserlös bei einer Berechnung des erzielten Erlöses weiterhin als hochwertig zu erkennen sein. Ist dem nicht so, muss der Grund entweder in der Prognose, der automatisierten Optimierung oder der strategischen Steuerung gesucht werden.

## 4 Geplante Evaluation durch Simulation und Fallstudie

Der beschriebene Ansatz zur Nutzung von Data-Mining für die Analyse von Nachfrage und Angebot im Revenue Management kann wie in [4] beschrieben durch den Einsatz von Simulationen evaluiert werden. Simulationen gestatten es, Erkenntnisse des Data-Minings mit dem vorhandenen Wissen über die tatsächliche Nachfrage zu vergleichen: Eine Simulation für das Revenue Management enthält individuelle, künstlich generierte Kunden, deren Verhalten vorab ausgewertet werden kann. Mithilfe des entstehenden Wissens kann der Erfolg des Data-Minings in jedem Schritt evaluiert werden.



Zusätzlich müssen aus den hier beschriebenen Konzepten hervorgehende konkrete Vorhaben und Methoden mit realen Daten konfrontiert werden. Die Menge und Qualität der in der Praxis vorhandenen Daten und die zur Auswertung zur Verfügung stehende Zeit muss bei der Entwicklung der Methodik in Betracht gezogen werden.

Eine Überprüfung des hier vorgestellten Konzeptes ist in Zusammenarbeit mit einer großen deutschen Fluggesellschaft geplant. Im diesem Rahmen können die drei gezeigten Schritte sequentiell durchgeführt und gemeinsam mit Experten bewertet werden. Dabei erfolgt die Segmentierung der beobachteten Nachfrage auf Basis der historischen Buchungsdaten auf Kombinationen aus Reisewegen, Verkaufspunkten, Verkaufszeitabschnitten, Tarifkombinationen und Preisen über mehrere Zeitabschnitte. Anschließend kann die Klassifikation von Produktkombinationen umgesetzt werden. Im Kontext der Fluggesellschaft bedeutet dies eine Einteilung von Kombinationen aus Reisewegen, Verkaufspunkten und Tarifbedingungen nach dem darin beobachteten Nachfrageverhalten. Schließlich stellt die Identifikation von Erlöspotentialen im Kontext der Fluggesellschaft die aufwändigste, gleichzeitig aber auch die mit dem größten praktischen Interesse verbundene Aufgabe dar.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Text wurde die Notwendigkeit einer verbesserten Auswertung von Nachfrage und Angebot im Revenue Management aufgrund des Problems kleiner Zahlen und der Herausforderungen bei der Analyse und Beeinflussung komplexer Modelle erläutert. Als Lösungsansatz wurden drei Gelegenheiten für den Einsatz von Data-Mining im Revenue Management Prozess identifiziert und beschrieben. Die Bedingungen und Potentiale jedes Schrittes wurden insbesondere für den Einsatz bei Fluggesellschaften erläutert.

Jede der hier gezeigten Einsatzmöglichkeiten bietet bereits bei isolierter Betrachtung Vorteile. Beim sequentiellen Einsatz kann auf den Ergebnissen der vorausgehenden Schritte aufgebaut werden, was die Effektivität des Ansatzes steigern sollte. Insbesondere die Erfolgsmessung von Prognose und Optimierung stellt eine vielversprechende Einsatzmöglichkeit dar.

Das vorgestellte Konzept bedarf für jeden Schritt, wie in Abschnitt 4 skizziert, eine Validierung durch Simulationsexperimente und Fallstudien. Dabei ist eine wesentliche Aufgabe die Überprüfung der Annahme, dass die vom Revenue Management betrachteten Instanzen sich in aussagekräftige Segmente gliedern lassen. Weiterhin muss die Durchführbarkeit des Vorgehens mit Blick auf den Umfang und die Qualität realer Daten geprüft werden. Insbesondere bei der Verwendung externer Daten, zum Beispiel zur Beschreibung der wirtschaftlichen Lage, muss die Verfügbarkeit auf der benötigten Detailebene geprüft werden.

## 6 Literatur

- [1] Bartke, P; Cleophas, C; Zimmermann, B (im Erscheinen): Complexity in Airline Revenue Management. Journal of Revenue & Pricing Management.
- [2] Boyd, E; Bilegan, I (2003): Revenue management and e-commerce. Management Science 49(10):1363-1386.

- [3] Chiang, W; Chen, JH; Xu, X (2007): An overview of research on revenue management: current issues and future research. *International Journal of Revenue Management* 1(1):97-128.
- [4] Cleophas, C; Frank, M; Kliwer, N (2009): Simulation-based key performance indicators for evaluating the quality of airline demand forecasting. *Journal of Revenue and Pricing Management* 8(4):330-342.
- [5] Isler, K; Imhof, H (2008): A game theoretic model for airline revenue management and competitive pricing. *Journal of Revenue & Pricing Management* 7(4):384-396.
- [6] Jerath, K; Netessine, S; Veeraraghavan, S (2010): Revenue management with strategic customers: Last-minute selling and opaque selling. *Management Science* 56(3):430-448.
- [7] Klein, R; Steinhardt, C (2008): *Revenue Management – Grundlagen und mathematische Methoden*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [8] Littlewood, K (2005): Special Issue Papers: Forecasting and control of passenger bookings. *Journal of Revenue & Pricing Management* 4(2):111-123.
- [9] McGill, J; van Ryzin, G (1999): Revenue management: Research overview and prospects. *Transportation Science* 33(2):233-256.
- [10] Meisel, S; Mattfeld, D (2009): Synergies of operations research and Data-Mining. *European Journal of Operational Research*.
- [11] Mukhopadhyay, S; Samaddar, S; Colville, G (2007): Improving Revenue Management Decision Making for Airlines by Evaluating Analyst-Adjusted Passenger Demand Forecasts. *Decision Sciences* 38(2):309-327.
- [12] Olafsson, S; Li, X; Wu, S (2006): Operations research and Data-Mining. *European Journal of Operational Research* 187(3):1429-1448.
- [13] Padmanabhan, B; Tuzhilin, A (2003): On the use of optimization for Data-Mining: Theoretical interactions and eCRM opportunities. *Management Science* 49(10): 1327-1343.
- [14] Talluri, K; van Ryzin, G (2004): *Theory and practice of revenue management*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [15] Weatherford, L; Pölt, S (2002): Better unconstraining of airline demand data in revenue management systems for improved forecast accuracy and greater revenues. *Journal of Revenue & Pricing Management* 1(3):234-254.
- [16] Weatherford, LR; Ratliff, RM (2010): Review of revenue management methods with dependent demands. *Journal of Revenue & Pricing Management* 9(4):326-340.
- [17] Wirtz, J; Kimes, S; Theng, JP; Patterson, P (2003): Revenue management: resolving potential customer conflicts. *Journal of Revenue & Pricing Management* 2(3):216-226.
- [18] Witten, I; Frank, E; Hall, MA (2011): *Data-Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. 3. Auflage. Morgan Kaufmann, Amsterdam.

# **Verknüpfung der Fahrplanauskunft mit dem Fahrtzweck durch den Connect-WMS (Web-Map-Service)-Haltestellenlayer**

**Thomas Rieger**

SPIEKERMANN AG consulting engineers, 30169 Hannover,  
E-Mail: t.rieger@spiekermann.de

**Karl-Günter Zipfel**

Connect-Fahrplanauskunft GmbH, 30169 Hannover, E-Mail: kg.zipfel@hannit.de

**Jörg Bierwagen**

Hannoversche Informationstechnologien AöR, 30169 Hannover,  
E-Mail: Joerg.Bierwagen@HannIT.de

**André Tzschierter**

Hannoversche Informationstechnologien AöR, 30169 Hannover,  
E-Mail: Andre.Tzschierter@hannit.de

## **Abstract**

Eine gute Erreichbarkeit mit Nah- und Fernverkehr ist ein wichtiger Standortfaktor. Deshalb sollten Verwaltungen, Unternehmen usw. diese Information als eine wertvolle Ergänzung, mit in Ihren Internetauftritt integrieren. Connect hat einen WMS (Web-Map-Service) Haltestellenlayer zur Visualisierung von Haltestellen entwickelt und stellt diesen interessierten Unternehmen zur Verfügung. Für Unternehmen, die auf ihren Internetseiten interaktive Karten einsetzen, besteht damit die Möglichkeit, zusätzlich Haltestellen von Bahn und Bus anzuzeigen. Die eigene Gestaltung der interaktiven Karte bleibt bei der Einbindung des Layers voll erhalten. Haltestellen in der Nähe des jeweiligen Unternehmens sind sofort zu sehen und mit einem Klick können die Fahrtmöglichkeiten abgerufen werden. Ziel ist es, technologisch einfach und mit geringem Zusatzaufwand, ergänzend zu den eigenen Inhalten, die Fahrtmöglichkeiten im Nah- und Fernverkehr mit darstellen zu können.

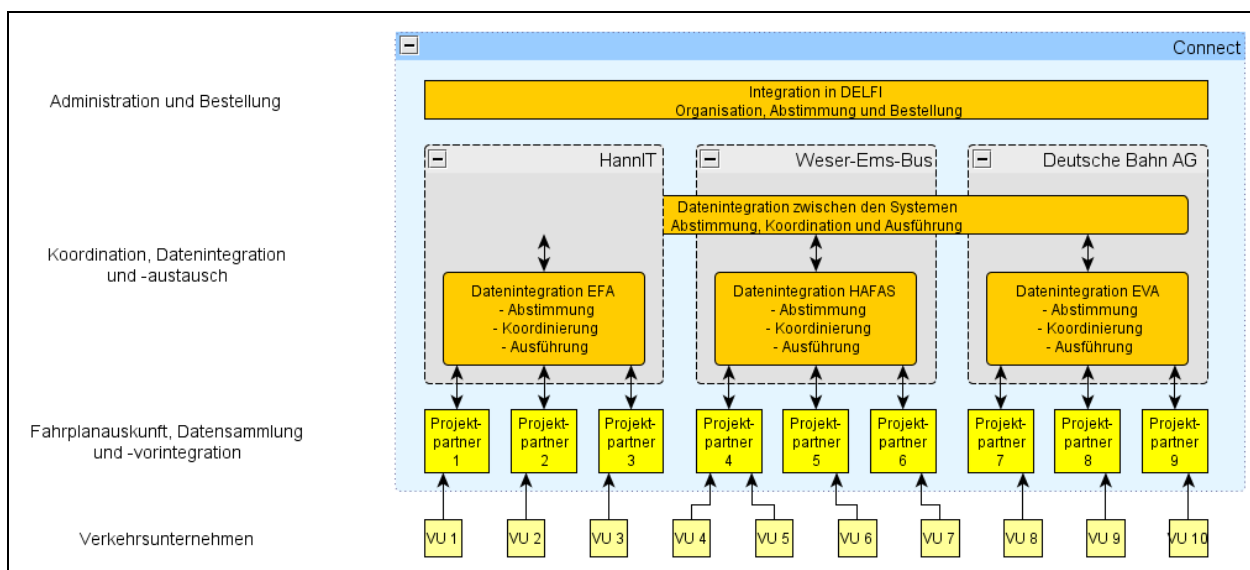
## **1 Connect – Fahrplanauskunft für Niedersachsen und Bremen**

Seit Ende der 80er Jahre wurde in Niedersachsen die Diskussion über den Aufbau einer landesweiten elektronischen Fahrplanauskunft geführt. In dieser Zeit wurden bereits von

Zweckverbänden, Verkehrsgemeinschaften und Verkehrsunternehmen lokal begrenzte elektronische Fahrplanauskunftssysteme als Insellösungen betrieben.

Zum Aufbau und zur Erprobung einer landesweiten Fahrplanauskunft haben sich die Betreiber der regionalen Fahrplanauskunftssysteme in einem Projekt "Connect – Fahrplanauskunft für Niedersachsen" zusammengefunden. Technologisch wurde von den Projektpartnern Connect der Ansatz der Datenintegration verfolgt, der mit der Demonstration der landesweiten Fahrplanauskunft zur Weltausstellung EXPO 2000 erfolgreich in den Publikumsbetrieb umgesetzt werden konnte. Aus der vorgenannten Technologieförderung der Multimedia-Initiative wurde von den Beteiligten 2002 eine eigenständige Gesellschaft gegründet.

Connect organisiert in Niedersachsen/Bremen das Sammeln und Vorintegrieren der Fahrplandaten zu einem landesweiten Fahrplandatenpool. Dieser Fahrplandatenpool steht dann den Beteiligten für Fahrplanauskünfte in beiden Bundesländern zur Verfügung. Connect erteilt selbst keine Auskünfte, sondern sammelt die Fahrplandaten der Verkehrsräume, konvertiert die Formate und bereitet die Daten so auf, das ein durchgängiger Datenpool Niedersachsen/Bremen entsteht, der dann Auskunftsbetreibern zur Verfügung gestellt wird. Erster Ansprechpartner für den Kunden bleibt das Unternehmen, die Institution, die diese Dienstleistungen anbietet.



**Bild 1: Connect Datenintegration**

Der Connect-Datenpool ist auch in das bundesweite Fahrplaninformationssystem „Durchgängige Elektronische Fahrplaninformation“ (DELFI) eingebunden und wird auch für das europäische Reiseinformationssystem EU-SPIRIT genutzt. Damit ist es möglich, sich Fahrtinformationen beispielsweise für eine Reise von einem Stadtteil Hannovers oder Bremens nach Kopenhagen anzeigen zu lassen.

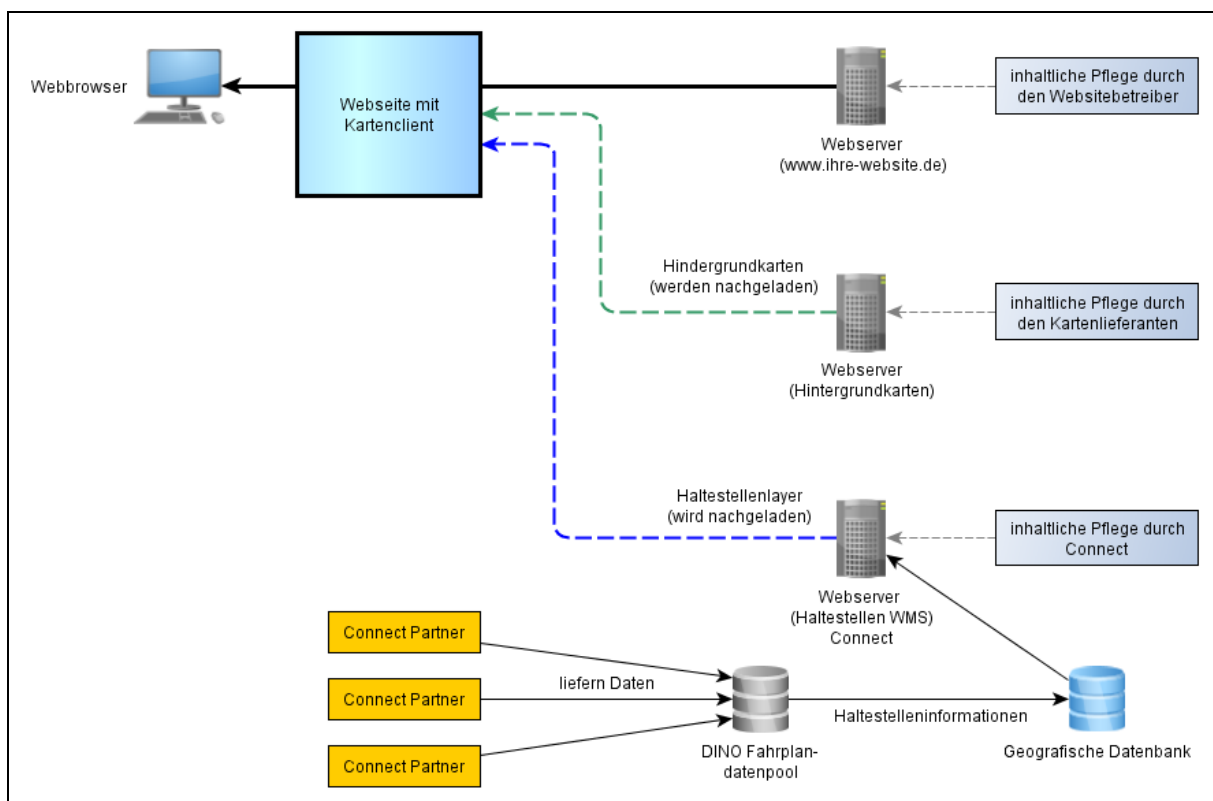
## 2 Verknüpfung von Fahrplanauskunft und Fahrzweck

Eine aktuelle Entwicklungsperspektive ist die Verknüpfung der Fahrplanauskunft mit dem Fahrtzweck, denn man fährt in der Regel nicht nur zum Spaß mit Bussen und Bahnen.

Mögliche Fahrtziele sind der Standort einer Firma, Verwaltung, Schule, Hotel usw. Die Verknüpfung mit Informationen anderer Internetanbieter hilft allen Beteiligten, d.h.

- dem Kunden, der sich ohne weitere Suche über die Fahrtmöglichkeiten mit ÖPNV zu diesem Standort informieren kann,
- den Informationsanbietern, die zusätzliche Informationen in Ihre Internetauftritte einbinden und so Ihre gute Erreichbarkeit mit Nah- und Fernverkehr darstellen können und
- natürlich auch den Verkehrsunternehmen und -verbünden, die Ihre in der Regel guten Fahrtmöglichkeiten, anhängig von den Fahrrelationen darstellen können.

Die Fahrplanauskunft ist dabei nicht der Mittelpunkt, sondern ergänzt das Angebot der Informationsanbieter. Die vorgenannte Zielsetzung kann bisher z.B. durch eine Verlinkung mit Fahrplanauskunftssystemen erreicht werden oder neu mit der Integration des sogenannten WMS-Haltestellenlayers in den eigenen Kartendienst des Anbieters im Internet.



**Bild 2: Flexible Verwendbarkeit von Datenquellen**

Deshalb soll allen Internetanbietern, die Ihre Themen über interaktive Kartensysteme im Internet darstellen, die Möglichkeit angeboten werden, über den Haltestellenlayer Ihre Kunden darüber zu informieren, wie die Ziele umweltfreundlich mit ÖPNV erreicht werden können.

Für Unternehmen, die auf Ihren Internetseiten interaktive Karten von Google, Microsoft, Yahoo, der Vermessungsämter oder anderen Kartendiensten einsetzen, besteht damit die Möglichkeit, zusätzlich auf diesen Karten Haltestellen von Bus und Bahn anzuzeigen. Der Vorteil: Auf den Karten sind dann auf den ersten Blick die Haltestellen in der Nähe eines

Unternehmensverzeichnis. Mit einem Klick darauf lässt sich der Fahrplan anzeigen oder eine Fahrplanauskunft starten.

### 3 Was ist ein Haltestellenlayer

Ein „Layer“ ist eine georeferenzierte Schicht, die bis auf die Haltestellensymbole durchsichtig ist. Diese Schicht kann über vorhandene Karten gelegt werden, wenn diese Kartensysteme mit dem vom OGC (Open Geospatial Consortium) konformen Standard WMS (Web Map Service) arbeiten. Dieser Standard regelt u.a. das Format der Anfrageoperationen und die Eigenschaften des Ergebnisses der Anfrage. Stehen Geodaten im WMS-Standard zur Verfügung, ist damit prinzipiell der Zugriff auf diese Daten durch andere Nutzer möglich.

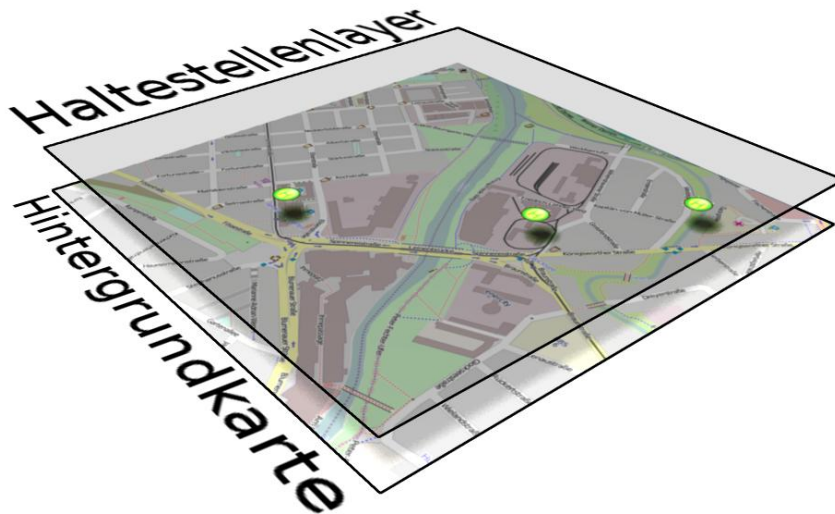


Bild 3: Layertechnologie

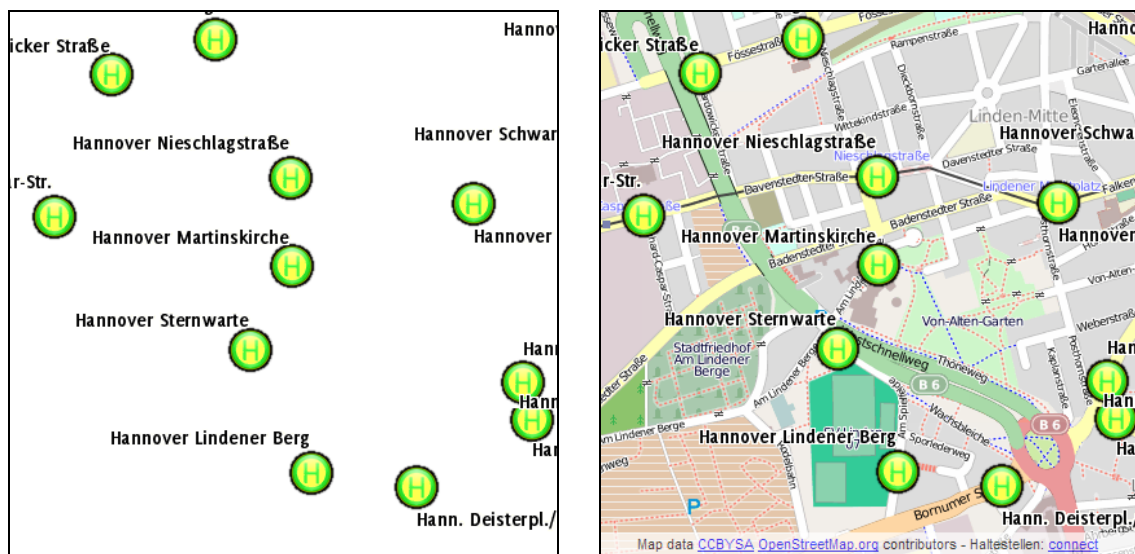
### 4 Der Web Map Service

Ein Web Map Service definiert eine Schnittstelle zwischen einem Clientprogramm und einem Web Map Server (Server für Kartendienste). Die Kommunikation zwischen Client und Server findet auf der Grundlage des Hypertext Transfer Protokolls (HTTP) statt. Dies ist das Protokoll, das auch von herkömmlichen Webservern wie dem Microsoft Internet Information Server (IIS) oder dem Apache HTTP Server (Apache) verwendet wird um Webseiten an einen Browser zu senden.

Insofern ist es nicht verwunderlich, dass es sowohl Desktopprogramme als auch Webanwendungen gibt, die den Dienst eines WMS in Anspruch nehmen können. Außerdem werden viele WMS-Server so programmiert, dass sie als Anwendung innerhalb eines Webserverns laufen. Der UMN-MapServer der University of Minnesota benötigt z.B. die CGI-Schnittstelle eines Apache oder IIS, während der GeoServer von OpenGeo einen Servletcontainer wie Jetty oder Apache Tomcat verwendet. Dies hat den Vorteil, dass die Funktionalität des HTTP Protokolls nicht separat programmiert werden muss, sondern die Funktionen des darunter liegenden Webserverns verwendet werden können.

Die Hauptaufgabe eines WMS ist es Kartenausschnitte und Metainformationen über diese an den Client auszuliefern. Ein Rückkanal, um diese Daten zu bearbeiten ist, nicht vorgesehen.

Es ist möglich Informationen von einem WMS-Server ohne GIS – Client abzurufen, jedoch ist dies wenig sinnvoll, da erst die Kombination mehrerer Dienste einen erfassbaren Kontext liefert.



**Bild 4:** Verknüpfung zwischen den Kartendiensten

In Bild 4 kann man eine einzelne Kachel eines Haltestellen WMS sehen, wie sie mit jedem beliebigen Browser abgerufen werden kann. Erst die Verbindung des WMS-Haltestellenlayers mit einer darunter liegenden Rasterkarte liefert einen erkennbaren Mehrwert. Diese Kombination der Dienste wird in der Regel von einem Kartencient vorgenommen.

Ein WMS stellt in der Regel drei Funktionen zur Verfügung, die als HTTP – Parameter dem Server übergeben werden:

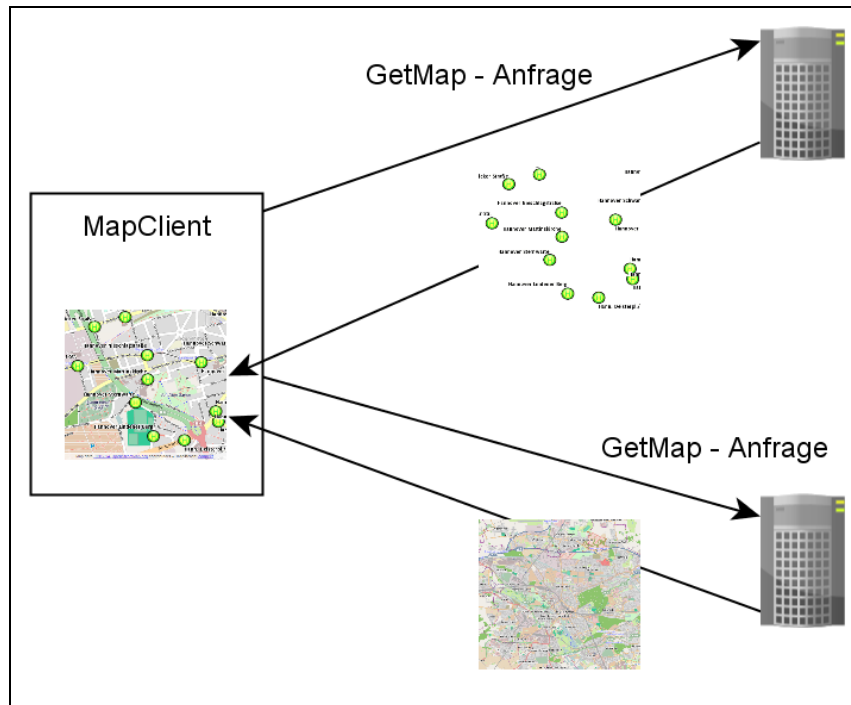
- **GetCapabilities:** Liefert Informationen über die verfügbaren Layer, deren Anbieter und Ausgabeformate zurück.
- **GetMap:** Diese Anfrage veranlasst den Mapserver zur Auslieferung eines georeferenzierten Bildes. Bei einem Kartencient werden in der Regel mehrere GetMap-Anfragen gleichzeitig abgeschickt, die dann zu einem größeren Gesamtbild zusammengesetzt werden.
- **GetFeatureInfo:** Eine GetFeatureInfo – Anfrage liefert positionsabhängige Daten aus dem jeweiligen Layer. Diese Funktion ist optional und muss nicht von jedem WMS unterstützt werden.

#### 4.1 Ablauf des Kartenaufbaus

Wenn ein WMS in einem Kartendienst eingebunden werden soll, läuft dies häufig nach einem bestimmten Muster ab:

- Der Anwender bringt über den Get-Capabilities-Request die Namen der Layer in Erfahrung, die er in den Kartendienst integrieren möchte, und wählt die entsprechenden Ebenen aus. Dies geschieht in der Regel einmalig und wird in einer clientabhängigen Form gespeichert.

Sollen nun Kartenausschnitte betrachtet werden fordert der Kartenclient diese mit Hilfe des Get-Map-Requests an. Hierbei können mitunter mehrere WMS mit unterschiedlichen Themen gleichzeitig angefragt werden. Die angeforderten Kartenausschnitte werden dann im Client präsentiert.



**Bild 5:** Kartenabruf von unterschiedlichen Servern

## 4.2 Der Connect WMS

Der Connect Haltestellen – WMS ist eine OGC – konforme Anwendung und verhält sich genauso wie ein vorweg beschriebener Webmap Service. Er liefert zwei unterschiedliche Layer aus:

1. Haltestellenpunkte
2. Haltestellennamen

Nur der Layer Haltestellenpunkt reagiert auch auf eine GetFeatureInfo – Anfrage. Wird an der angefragten Position eine Haltestelle gefunden, liefert der WMS einen Uniform Resource Locator (URL, auch bekannt unter dem Begriff Internetadresse) zurück. Mit Hilfe dieses URL können haltestellenspezifische Daten von einem weiteren Webservice abgerufen werden. Man könnte auch die GetFeatureInfo – Funktion des WMS verwenden um Detailinformationen einer Haltestelle zu veröffentlichen, jedoch hat man sich für den Einsatz eines weiteren Webservices entschieden um die Detaildaten flexibler präsentieren zu können. Dieser Service wird Dispatcher Servlet genannt. So ist es möglich eine fertige Webseite (HTML) anzufordern oder sich die Informationen in Form von XML oder JSON präsentieren zu lassen. XML und JSON sind Datenaustauschformate. Beide Formate lassen sich in der Webentwicklung verwenden um Daten erst bei Bedarf nachzuladen und zu präsentieren. Die verwendete Technik ist unter dem Acronym AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) bekannt.



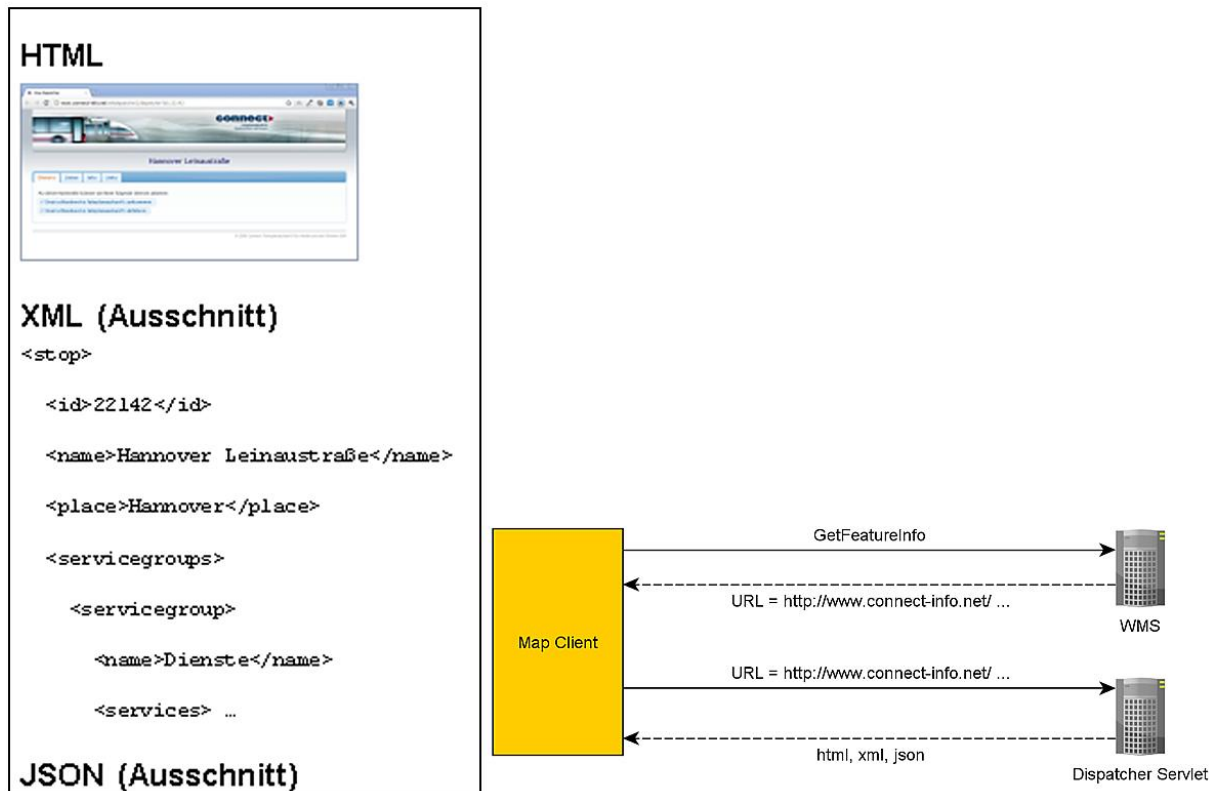


Bild 6: GetFeatureInfo-Anfrage

So ist es z.B. möglich sich nach einem Klick auf eine Haltestelle die Detailinformationen vom Dispatcher zu holen, um diese dann in einer Sprechblase, die über der Karte schwebt, zu präsentieren.

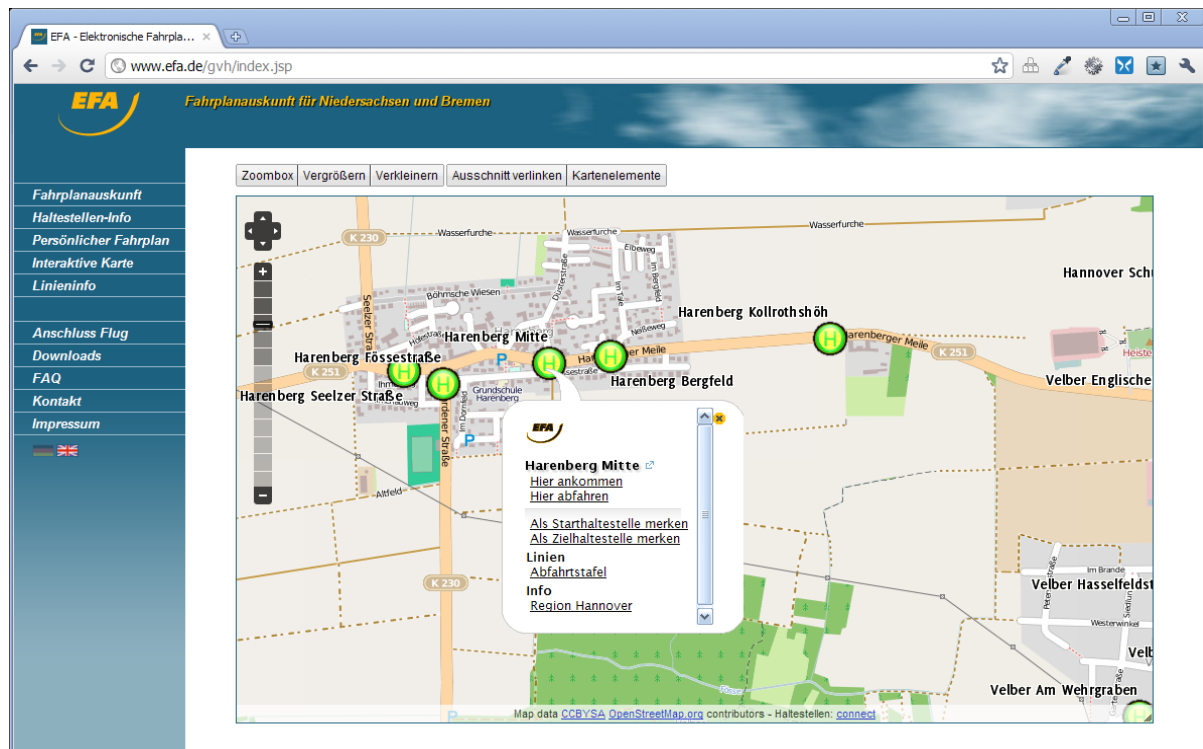


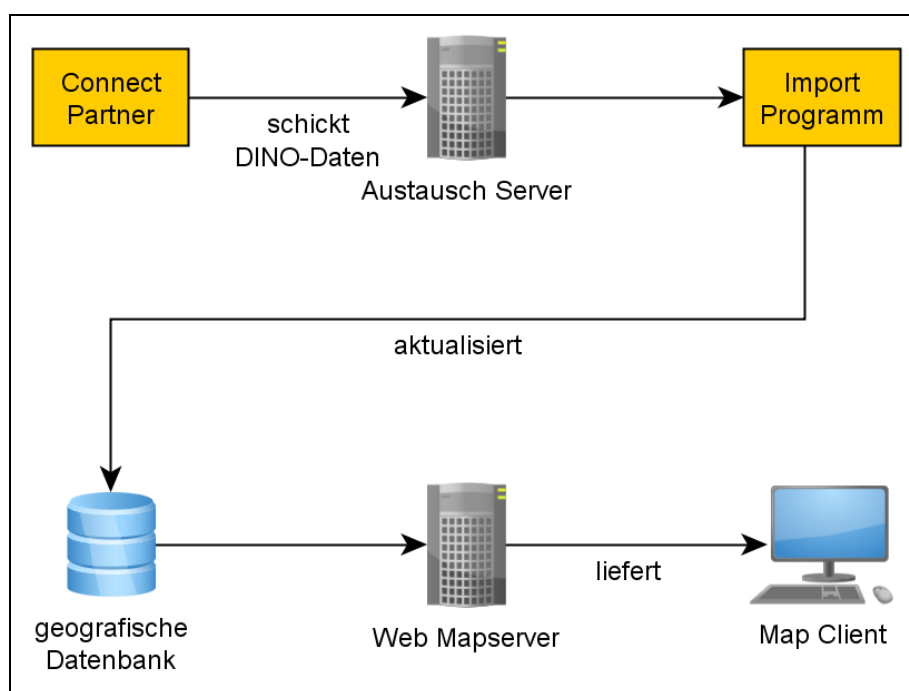
Bild 7: HTML-Dispatcher Seite

Für eine solche Umsetzung ist allerdings ein geeigneter Client sowie gewisses Know-How bei dessen Konfiguration notwendig.

## 5 Der Datenbestand

Wie bei allen informativen Datenbeständen sind auch beim Haltestellen-WMS Richtigkeit und Aktualität die obersten Prämissen. Um die Haltestellendaten so aktuell wie möglich zu halten, wurde bei der Entwicklung ein besonderes Augenmerk auf die Automatisierung der Datenpflege gerichtet.

Die Daten des Haltestellen-WMS werden ausschließlich aus Fahrplandaten generiert, die im DINO-Format vorliegen. DINO ist ein Austauschformat für Fahrplandaten, das von der Connect GbR entwickelt wurde.



**Bild 8:** Datenaustausch

Hintergrund dieser Entwicklung war das Problem, dass in Niedersachsen zwei Fahrplanauskunftssysteme eingesetzt werden. HAFAS und EFA. Da es beim Austausch der Daten zwischen den drei großen Datenintegratoren (Deutsche Bahn AG, Region Hannover, Weser-Ems Busverkehr GmbH) durch nicht koordinierte Schnittstellenanpassungen der jeweiligen Softwarehäuser immer wieder zu Problemen beim Datenaustausch kam, beschloss man ein eigenes Fahrplandatenformat entwickeln zu lassen. So entstand DINO (Diva-Infopool Nord). Durch die Tatsache, dass das DINO-Format konstant gehalten wird, konnten die Probleme, die durch nicht aktuelle Im- und Export Programme erzeugt wurden, minimiert werden.

Als Nebeneffekt ist so ein Datenbestand entstanden, der für ganz Niedersachsen in einem einheitlichen Format vorliegt. Diese Tatsache wurde bei der Entwicklung des Haltestellen-WMS berücksichtigt.

Für DINO muss man keinen Gesamtdatenbestand vorhalten. Man ist in der Lage die Daten in mehrere Pakete aufzuteilen die dann einen bestimmten Bereich an Gesamtdaten abdecken. Wenn ein Connect-Partner DINO-Daten zur Integration an Connect schickt, wird dies von einem speziellen Importprogramm bemerkt. Es beginnt dann die Haltestellendaten aus der DINO-Lieferung zu extrahieren und mit zusätzlichen Attributen anzureichern. Z.B. wird jeder Haltestelle das Auskunftssystem zugeordnet, dass die aktuellsten Daten an diesem Ort zur Verfügung stellen kann.

Diese Haltestellen werden dann in eine geografische Datenbank überführt, die als Quelle für den Web Mapserver dient. Auch das Dispatcher Servlet bedient sich bei der Aufbereitung der Detaildaten an derselben Datenbank.

Die Kombination aus Datenbank mit einem Importprogramm, das Zusatzinformationen beisteuern kann, bietet einige Interessante Erweiterungsmöglichkeiten. So wäre es möglich, eine beliebige Anzahl von Haltestellen mit einem Meldesystem für Nutzer des ÖPNV zu koppeln, die dann Informationen über Unzulänglichkeiten an einer Haltestelle (z.B. fehlender Aushangfahrplan, defekte Beleuchtungsanlage) an die zuständigen Sachbearbeiter weiterleiten können. Diese Funktion soll jetzt in einem Versuch in ausgewählten Landkreisen in Niedersachsen ausprobiert werden.

## 6 Mehrwert des Connect-WMS-Haltestellenlayer

Mehrwerte entstehen nicht nur durch neue Entwicklungen, sondern auch durch die Vernetzung/Kombination verschiedener Produkte, bzw. technischer Lösungen. Connect hat deshalb technologisch bewusst auf europäische Standards gesetzt.

Wir sprechen von einer vernetzten Welt, von der prozessorientierten Verknüpfung spezieller Arbeitsschritte und des dafür notwendigen Wissens um ein Ganzes zu erreichen. Leider sind viele in ihren Welten verhaftet und glauben alles allein umsetzen zu können (alle GIS-Objekte in meinen „Topf“). So ist Informatik ein wichtiger wissenschaftlicher Hintergrund, doch in den meisten Fällen ist die Kombination mit anderen Themenfeldern (z.B. Wirtschaftsinformatik, Bauinformatik, Geoinformatik usw.) für die Lösung vieler Aufgaben zwingend notwendig. Im Bereich der Mobilität zum Beispiel, werden die bestehenden Schwerpunkte, wie Nah- und Fernverkehr, Auto, Flugzeug, Fahrrad usw. immer mehr zur Intermobilität, das heißt die möglichst effektive Verknüpfung der Mobilitätsarten ist gefordert.

Nicht jeder kann alle Themenfelder gleich gut und effektiv bearbeiten. Die Zielsetzung sollte deshalb sein, das solche Themen anderen in einer standardisierten Form (kostenfrei wie bei Connect, da der Layer von den Bundesländern finanziert werden oder z.B. durch Kosten je 1000 Zugriffe) zur Verfügung zu stellen, z.B. die Kommunen Ihre Infrastrukturinformationen, die Touristiker die Hotel- und Restaurantinfrastruktur, Connect den Haltestellenlayer usw. Jeder Internetanbieter kann dann für sich entscheiden, welcher dieser Layer am Besten zu seinen Themen passt. Es gibt dabei einen Vorteil/Mehrwert für beide Seiten: Die Informationen des Anbieters eines Layers sind in mehreren Internetportalen verfügbar und damit mehr präsent. Der Nutzer eines Layers steigert die Attraktivität seines Internetauftrittes durch ergänzende Informationen.

Während man Infrastrukturdaten für eigene Kartendienste einkaufen kann, sind einbindbare Layer-Dienste noch sehr selten, auch wenn dadurch eine höhere Aktualität gewährleistet und die Kosten für Verteilungslogistik erheblich gesenkt werden können. Der Connect-WMS-Haltestellenlayer ist ein solcher Dienst um Mehrwerte in attraktiven Internetauftritten zu generieren, d.h. am Standard orientierte Dienste können auch die Voraussetzung für innovative Gesamtlösungen sein.

Die Erreichbarkeit des Nah- und Fernverkehrs, ist nicht nur im Interesse der Verkehrsunternehmen, sondern auch ein Standortvorteil für Firmen und Verwaltungen. Die Connect hat in Niedersachsen/Bremen früh damit angefangen, die Fahrplanauskunft mit dem Fahrtzweck über Verlinkungen zu verknüpfen. Mit der Ausweitung auf Kartendienste in Internetauftritten, wurde die Grundlage für eine Verknüpfung von Infrastrukturinformationen mit dem Haltestellenlayer weiter verbessert. Der Kunde muss jetzt nicht mehr zwei Internetangebote aufrufen, sondern kann unmittelbar mit den Ziel- oder Quellenangaben seines „Fahrtzwecks“ in einem regional vorgegebenen Fahrplanauskunftssystem seine Fahrtmöglichkeiten abfragen. Fahrplanauskunft ist bei solchen Internetauftritten nicht der Mittelpunkt des Web-Auftrittes, jedoch eine wertvolle Ergänzung.

In einer Ausarbeitung für die DELFI-Lenkungsgruppe hat Connect die WMS-Layertechnologie zur Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie vorgeschlagen. Beim Thema „erweiterte Intermodalität“ auf der Basis eines sogenannten „Haltestellen-Optionslayer“ wurde dabei aufgezeigt, wie die, für die Nutzung anderer Mobilitätsarten notwendige Infrastruktur, dargestellt und wenn möglich, über Links andere Routingsysteme aufgerufen werden können. Natürlich wird in der Ausarbeitung „erweiterte Intermodalität“ in einer zweiten Phase auch vorgeschlagen, eine Schnittstelle zu schaffen, die es über SAS (Software as a Service) ermöglicht, andere Routingsystemen einzubinden, bzw. anderen Routingsystemen den Zugriff zu ÖPNV-Informationen zu ermöglichen. In der Entwicklung ist ferner, eine Erweiterung des Connect-WMS-Haltestellenlayers um Bürger-Rückmeldungen zur Haltestellen-Infrastruktur (Papierkorb voll, Aushangplan fehlt, usw.) zu ermöglichen.

## 7 Fazit

Connect vernetzt auf Grund seiner Zielsetzung die Verkehrsunternehmen/Aufgabenträger in Niedersachsen und Bremen, arbeitet bei der deutschlandweiten Fahrplanauskunft DELFI und der europäischen Fahrplanauskunft EU-SPIRIT mit. Connect selbst kann nicht, -bzw. will nicht-, aktuelle ÖPNV-Informationen aus z.B. Jever, München oder Kopenhagen erfassen, sondern will diese in Zusammenarbeit und Arbeitsteilung mit den unterschiedlichen Institutionen auf der Basis von definierten Standards vernetzen.

Diese Vernetzung der Fahrpläne im Nah- und Fernverkehr ist ein wichtiger Baustein. Jedoch sollte die Möglichkeit der Nutzung dieser ÖPNV-Infrastruktur nicht nur über die Auskunftssysteme der Verkehrsunternehmen und Verkehrsverbünde abgefragt werden können, sondern sollte wie unter Kapitel 6 beschrieben als Baustein auch in anderen bzw. über andere Internetauftritte abgerufen werden können. Ein inhaltlicher Schwerpunkt für Connect ist, diese für den Nah- und Fernverkehr notwendigen Informationen auf zu bereiten und zur Verfügung zu stellen. D.h. Connect stellt nur den WMS-Haltestellenlayer mit den Verlinkungen auf die jeweiligen regionalen Fahrplanauskunftssysteme zur Verfügung und hält die notwendige Infrastruktur dafür vor. Die Gestaltung des eigenen Internetauftritts der

Unternehmen bleibt bei der Einbindung des Layers voll erhalten, da nur die Haltestellen mit den Verlinkungen in einer transparenten Kartenschicht über die vom Websitebetreiber benutzten Kartensysteme gelegt werden.

Ziel dieser Technologie ist, eine Infrastruktur anzubieten, die es ermöglicht technologisch einfach und mit geringem Zusatzaufwand - ergänzend zu den eigenen Inhalten – Informationen über Fahrtmöglichkeiten im Nah- und Fernverkehr zu bekommen. Neben den Bundesländern Niedersachsen, Bremen und der Verkehrsgemeinschaft Münsterland/Verkehrsgemeinschaft Ruhr-Lippe (VGM/VRL), in denen der WMS-Haltestellenlayer bereits fertig gestellt ist, beteiligen sich auch Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg. Mit weiteren Bundesländern wird derzeit über eine Zusammenarbeit verhandelt.

Je mehr Verkehrsräume, bzw. Bundesländer sich am Projekt beteiligen, desto wirtschaftlicher kann der Layer umgesetzt werden. Ferner können so alle Haltestellen transparent in einem Layer dargestellt werden, ohne dass der Kunde suchen muss, ob eine Haltestelle noch in Niedersachsen oder schon im Hamburg liegt. Connect hat deshalb ein großes Interesse, zu einem flächendeckenden Angebot zu kommen.



# **Optimierte Abstimmung der Umsteigebeziehungen im ungetakteten ÖPNV unter Berücksichtigung der Umlaufplanung**

**Neele Leithäuser**

Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, 67663 Kaiserslautern,  
E-Mail: neele.leithaeuser@itwm.fraunhofer.de

**Ingmar Schüle**

Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, 67663 Kaiserslautern,  
E-Mail: ingmar.schuele@itwm.fraunhofer.de

**Sven O. Krumke**

TU Kaiserslautern, 67663 Kaiserslautern, E-Mail: krumke@mathematik.uni-kl.de

## **Abstract**

Die Optimierung eines ungetakteten Fahrplans verschiedener Verkehrsunternehmen im Hinblick auf die Umsteigequalität der Fahrgäste ist ein schwieriges Abstimmungsproblem. In der Praxis werden darüber hinaus Anforderungen an die operative Umsetzbarkeit eines Ergebnisfahrplans gestellt. Wir stellen einen Ansatz vor, der planerisches Expertenwissen mit dem Potenzial mathematischer Optimierung verknüpft und dabei die Realisierbarkeit des Umlaufplanes sicherstellt.

## **1 Einleitung**

Der Bedarf der Fahrplanabstimmung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) entsteht, wenn mehrere Anbieter einen gemeinsamen Fahrplan in einem Verkehrsverbund anbieten (vergleiche [5], [8], [9], [10] und [11]). Gerade bei der Zusammenführung von Bahn- und Busfahrplänen treffen häufig sehr unterschiedliche Planungsprozesse mit andersartigen Zielsetzungen und Zeitplänen aufeinander. So plant zum Beispiel die Deutsche Bahn in der Regel ihre Fahrpläne einmal im Jahr, während Busunternehmen häufig einen Sommer- und einen Winterfahrplan verwenden. Des Weiteren hat die Bahn einen geringeren Spielraum für Veränderungen, da unter anderem der Schienenbelegungsplan und die Anschlüsse in anderen Städten berücksichtigt werden müssen.

Ziel der Fahrplanabstimmung ist es, durch kleine Änderungen die Anschlüsse aus Kundensicht zu verbessern. Die gegebenen Fahrpläne, die meist über Jahre gewachsene

Strukturen darstellen, sollen dabei weitestgehend erhalten bleiben. Das Problem ist stark mehrkriteriell, da jeder Anschluss ein eigenes Optimierungsziel darstellt. Hier gilt es zu beachten, dass eine kürzere Anschlusszeit nicht unbedingt einem „besseren“ Anschluss entspricht. Stattdessen sollte eine Umsteigezeit für den Kunden erzeugt werden, die „komfortabel“ ist, nicht zu kurz, aber auch nicht zu lang.

Dieser Artikel stellt zunächst die Problemstellung der Fahrplansynchronisierung detailliert vor und widmet sich dann im Speziellen der Fragestellung nach den Umläufen. Hierbei werden neue wissenschaftliche Erkenntnisse über eine gemeinsame Betrachtung der Fahrplansynchronisierung und der Umlaufplanung vorgestellt.

## **2 Das Fahrplan-Synchronisierungs-Problem**

### **2.1 Ausgangslage**

Innerhalb einer Region ist zumeist der Verkehrsverbund für die Synchronisierung der Fahrpläne verantwortlich. Die einzelnen zugehörigen Verkehrsunternehmen erstellen einen in sich stimmigen Fahrplan und senden diesen an den Verbund. Der Verkehrsplaner hat dort nur sehr wenig Zeit, die immense Menge an Daten zu analysieren und den Unternehmen Verbesserungsvorschläge zu unterbreiten. Durch den kurzen Zeitraum ist dies aber nur punktuell für einzelne Anschlüsse möglich.

In diesem komplexen Vorgang, der bisher nur wenig durch automatisierte Prozesse unterstützt wird, geht sehr viel Optimierungsspielraum verloren. Das Ziel unserer Arbeit ist es, den Verkehrsplaner mit Hilfe von mathematischen Methoden bei der Analyse des aktuellen Fahrplans zu unterstützen und ihm algorithmisch generierte Verbesserungsvorschläge zu unterbreiten. Der Fokus liegt dabei auf den wichtigen Umsteigepunkten, zum Beispiel dem Hauptbahnhof oder der Stadtmitte, wo viele Passagiere häufig umsteigen.

### **2.2 Modellierung**

Als mögliche Änderungen der Fahrpläne erlauben wir in unserem Ansatz kleine zeitliche Abweichungen, sogenannte Shifts, an den Abfahrtszeiten der einzelnen Linien. So bedeutet ein Shift von +2 Minuten, dass alle Touren der entsprechenden Linie zwei Minuten später abfahren. Für die spätere Betrachtung der Umlaufoptimierung kann dieser Ansatz auch auf Shifts von einzelnen Touren erweitert werden.

Die Tourenverläufe (also die Fahrtrouten der einzelnen Linien) sollen hierbei nicht verändert werden, da wir bei dem Synchronisierungsproblem schon von einer fertig ausgearbeiteten Planung der Linienführung ausgehen, die nicht mehr geändert werden darf. Für solch eine Änderung würde der kurze zur Verfügung stehende Zeitraum auch nicht mehr ausreichen.

Um die Menge an zu verarbeitenden Informationen überschaubar zu halten und redundante Informationen von parallel fahrenden Linien zu vermeiden, werden nur die Umsteigevorgänge an wichtigen Umsteigepunkten betrachtet, den sogenannten Netzknoten. Diese werden manuell vom Verkehrsplaner ausgewählt, der somit den Schwerpunkt der Analyse festlegt.

Treffen an einem Netzknoten zwei Touren von unterschiedlichen Linien innerhalb eines relevanten Zeitintervalls aufeinander, so sprechen wir von einem potenziellen Anschluss.



Diese Anschlüsse sind das eigentliche Kernelement des Optimierungsprozesses, da sie die zu optimierenden Größen darstellen. Ein Anschluss besteht dabei im Detail aus einer ankommenden Tour, dem entsprechenden Netzknoten und einer abfahrenden Linie (inklusive der Fahrtrichtung). An dieser Stelle wird die gesamte abfahrende Linie mit all ihren Touren betrachtet, da es dem Passagier in der Regel egal ist, in welche Tour der abfahrenden Linie er umsteigt, solange die Wartezeit komfortabel ist.

Innerhalb eines Fahrplans gibt es diverse Richtlinien oder Wünsche des Verkehrsplaners, die bei einer Optimierung berücksichtigt werden sollten. Beispiele wären ein spezieller Anschluss, der erhalten bleiben muss (z.B. bei Schulbussen), oder ein Verbot für einen speziellen Shift (z.B. durch eine Schienenbelegung). Diese Randbedingungen hinterlegt der Verkehrsplaner manuell in einfacher Form und sie werden dann automatisch in die komplexe mathematische Formulierung eingebaut. Zusätzlich kann der Verkehrsplaner noch Anschlüsse bzw. übergeordnete Kategorien von Anschlüssen als wichtig, normal, unwichtig oder irrelevant kennzeichnen, um die Ergebnisse der Optimierung zu steuern.

Da es nicht sinnvoll ist, den Fahrplan am Morgen und den Fahrplan am Abend gemeinsam zu optimieren, wird der Tag in mehrere Intervalle unterteilt, die dann separat betrachtet werden. Dies ist wichtig, da zum Beispiel morgens der Verkehr eher stadteinwärts verläuft, während abends eher die Anschlüsse stadtauswärts wichtig sind. Der Verkehrsplaner kann beliebige Zeitintervalle seinen Planungswünschen entsprechend vorgeben, so kann er zum Beispiel unterschiedliche Planungen für Werkstage, Samstage oder Sonntage erstellen.

### 2.3 Bewertung von Anschlüssen

Die Bewertung von Anschlüssen ist kein einfaches Unterfangen, da jeder Passagier seine eigene Vorstellung davon hat, was ein „guter Anschluss“ ist. Deswegen wurde zusammen mit den Verkehrsplanern des Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN) eine Klassifizierung erarbeitet, die eine verallgemeinerte Möglichkeit zur Bewertung der Anschlussqualität bietet. Diese unterteilt die Wartezeit des Kunden in fünf Komfortklassen wie in Bild 1 dargestellt (die Wartezeit beschreibt die Aufenthaltszeit des Kunden an der Abfahrtshaltestelle, die Laufzeit zwischen den Haltestellen wurde zuvor herausgerechnet).



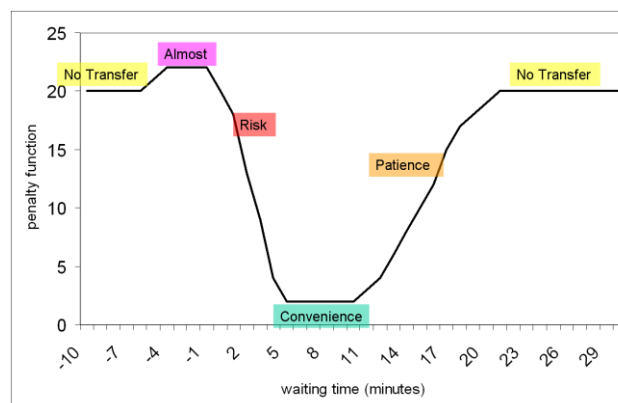
**Bild 1:** Unterteilung der Wartezeit in Komfortklassen.

Die Bedeutung der einzelnen Komfortklassen wird in Tabelle 1 beschrieben. Grundsätzlich ist es das Ziel des Verkehrsplaners, möglichst viele Anschlüsse in Komfort-Anschlüsse umzuwandeln, ohne dabei wichtige Anschlüsse zu verlieren bzw. zu verschlechtern.

Anschlusstyp	Beschreibung
<b>Komfort (Convenience)</b>	Abfahrt kurz nach Ankunft der Fahrgäste. Umstieg mit einem angenehmen Schrittempo möglich, auch wenn die Zubringerfahrt leicht verspätet ist.
<b>Geduld (Patience)</b>	Fahrgäste müssen eine spürbare Zeit warten, bis sie weiterfahren können. Die Wartezeit wird als unkomfortabel empfunden.
<b>Risiko (Risk)</b>	Abfahrt nach sehr kurzer Wartezeit. Hohes Risiko den Anschluss zu verpassen, auch wenn die Zubringerfahrt nur leicht verspätet ist.
<b>Beinahe (Almost)</b>	Fahrplanmäßige Abfahrt kurz vor Ankunft der Zubringerfahrt. Wird von Fahrgästen als ärgerlich wahrgenommen.
<b>Kein Anschluss (No Transfer)</b>	Keine Abfahrt innerhalb eines nennenswerten Zeitintervalls um den Ankunftszeitpunkt.

**Tabelle 1: Erklärung der Komfortklassen für die Wartezeit der Kunden.**

Um der Algorithmik eine Bewertung der Anschlussqualität zu ermöglichen und um unterschiedliche Anschlüsse vergleichen zu können, legen wir über die Wartezeit eine Strafpunktfunktion, wie in Bild 2 dargestellt. Dabei werden Komfort-Anschlüsse mit dem geringsten und Beinahe-Anschlüsse mit dem höchsten Strafwert belegt. Hat man zuvor die Anschlüsse bzgl. ihrer Wichtigkeit priorisiert, kann man die Strafwerte noch mit konstanten Faktoren multiplizieren, um den Fokus der Bewertung auf die wichtigen Anschlüsse zu legen.



**Bild 2: Bewertungsfunktion für die Komfortklassen.**

## 2.4 Optimierungsansatz

Als Ziel einer Optimierung reicht es nicht aus, einfach die Summe aller Anschlussqualitäten aufzuaddieren. Dies liefert zwar ein gutes Maß für die durchschnittliche Anschlussqualität, jedoch gibt es noch weitere Kriterien, die für eine gute Synchronisierung wichtig sind (siehe [10]).

Zum einen ist dies, dass der existierende Fahrplan nicht lokal stark verschlechtert werden soll. So kann es sein, dass ein durchschnittlich sehr guter Fahrplan erzielt werden kann, welcher aber an einem speziellen Netzknoten sehr viele wichtige Anschlüsse verliert. Deswegen ist ein zweites Optimierungsziel, möglichst keinen sehr schlecht bewerteten Netzknoten im Fahrplan zu erhalten (Min-Max-Formulierung).

Zum anderen sollen die Fahrpläne nur durch kleine Änderungen verbessert und nicht vollständig verändert werden. Hier führen wir eine Art Varianz ein, die innerhalb der einzelnen Unternehmen die quadrierten Abstände der Shifts vom durchschnittlichen Shift misst. Diese Modellierung wurde so gewählt, da eine identische Veränderung der Abfahrtszeiten aller Linien eines Unternehmens die unternehmensinternen Anschlüsse nicht verändert.

Mathematisch formuliert entspricht das Problem (bei einer einkriteriellen Betrachtung mit der Summe aller Penalty-Werte als Zielfunktion) einem „Quadratic Semi-Assignment Problem“ (QSAP), wie es in Gleichung (1) dargestellt ist.

$$\begin{aligned} \min & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} b_{ij} x_{ij} + \sum_{\substack{i,k=1 \\ i < k}}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{l=1}^{n_k} c_{ijkl} x_{ij} x_{kl} \\ \text{s.t. } & \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i \in \{1, \dots, m\}, \\ & x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in \{1, \dots, m\}, j \in \{1, \dots, n_i\}. \end{aligned} \quad (1)$$

Die  $\{0,1\}$ -Variablen  $x_{ij}$  haben dabei den Wert 1, wenn der Linie  $i$  der Shift  $j$  zugeordnet wurde, ansonsten ist ihr Wert 0. Die Koeffizienten  $b_{ij}$  und  $c_{ijkl}$  beschreiben die Umsteigequalität zwischen den einzelnen Linien bei entsprechenden Shifts. Die Summation läuft hierbei über alle Linien ( $i, k$ ) und alle möglichen zugehörigen Shifts ( $j, l$ ).

Das QSAP ist bekanntermaßen NP-schwer und somit für praxisrelevante Problemgrößen der Fahrplansynchronisierung (mit mehr als 30 Linien) nicht in akzeptabler Zeit exakt lösbar. Daher lösen wir die Problemstellung mithilfe von Metaheuristiken. Wir haben ein Simulated Annealing Verfahren, einen Genetischen Algorithmus und einen Ant Colony Optimization Ansatz implementiert und getestet (für detaillierte Ergebnisse siehe [6]). Das Ergebnis der Studie war, dass die Verfahren alle ähnlich gut das gegebene Problem lösen konnten. Generell war zu beobachten, dass eine Hybridisierung der Verfahren mit einem zusätzlichen Local Search Ansatz die Rechenzeit noch einmal deutlich verbessern konnte.

Das Problem bei der Verwendung von Metaheuristiken ist, dass man keine Aussage über die Qualität der berechneten Lösungen erhält. Die erzeugten Ergebnisse können also entweder sehr nah an den potentiell erreichbaren optimalen Lösungen liegen oder aber sehr weit von diesen entfernt sein. Um dieses Problem zu lösen haben wir Verfahren entwickelt, die untere Schranken für die Lösungsqualität bestimmen (siehe [1]). Um dies zu erreichen wurde die sogenannte Reformulation Linearization Technique (RLT) auf QSAPs erweitert. Die berechneten Schranken zeigen, dass die Ergebnisse der Metaheuristiken sehr nah an den bestmöglichen Fahrplänen liegen (also dass die Lücke zwischen der unteren Schranke und der berechneten besten Lösung sehr klein ist).

### 3 Berücksichtigung der Umlaufplanung

Verändert man die Anfangszeiten der Touren, so kann dies nicht nur die Umsteigequalität eines Fahrplans verbessern, sondern kann auch die Ausführbarkeit des Fahrplans zerstören. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn die angepassten Umlauf- oder Dienstpläne für den neuen Plan hohe Kosten für den Betreiber erzeugen würden. Daher kann die Umsteige-

qualität nicht isoliert betrachtet werden. Wir haben uns mit der Integration der Umsteigequalitätsoptimierung und der Umlaufplanung beschäftigt. Möchte man die Umläufe simultan mit den Startzeiten optimieren, erhält man natürlich einen größeren Lösungsraum und kann möglicherweise Umläufe geschickter verknüpfen als im Startfahrplan und sogar ganze Busse einsparen. Allerdings ist das Umlaufproblem in einem variablen Fahrplan ein sehr schweres Problem (siehe [12]), insbesondere wenn realistische Anforderungen wie mehrere Bustypen, mehrere Busdepots, etc. gestellt werden. Es benötigt weiterhin viel Expertise über die anschließende Dienstplanung und die Infrastruktur an den Endhaltestellen um einen personalfreundlichen Umlaufplan zu erstellen.

Wir haben uns daher auf zwei verschiedene Ansätze konzentriert, die die Umlaufplanung trotzdem mit einbeziehen. Zunächst haben wir alle Touren eines bestehenden Umlaufs als ein zusammenhängendes Konstrukt betrachtet, deren Touren alle nur synchron verschoben werden dürfen. Es ist offensichtlich, dass ein solcher Umlaufplan immer noch zulässig bezüglich der oben genannten Anforderungen ist. Wenn man allerdings davon ausgeht, dass ein Fahrplan nicht streng periodisch ist und somit sich nicht jede Anschlussmöglichkeit gleichförmig wiederholt, so verschenkt man viel Optimierungspotential. Unser erweiterter Ansatz ist es daher den Umlauf als Folge von Touren zu belassen, aber die einzelnen Touren trotzdem unabhängig voneinander zu verschieben. Natürlich muss hier die Zulässigkeit des Umlaufs weiterhin garantiert sein.

Da auch dieses vereinfachte Problem immer noch das QSAP als Teilproblem enthält, bleibt es NP-schwer. Die obigen Ergebnisse für die Verschiebung ganzer Linien lassen sich in der Theorie auch auf entartete Linien mit nur einer Tour übertragen. Damit würde die Anzahl der Variablen allerdings um ein Vielfaches ansteigen und die obigen Ansätze wären nicht mehr in praktikabler Zeit rechenbar. Wir werden im Folgenden jedoch 2 Heuristiken vorstellen, die auf realen Fahrplandaten gute Ergebnisse liefern.

### 3.1 Dynamische Programmierung

Wir wählen eine beliebige Umlaufsequenz, bei der wir die Shifts der enthaltenen Touren variabel lassen. Alle anderen Touren fixieren wir auf ihren aktuellen Shift. Wir betrachten nun die Touren der ausgewählten Umlaufsequenz in ihrer dort auftretenden Reihenfolge. Für jeden Shift der ersten Tour können wir bestimmen, wie viel Gewinn wir durch seine Wahl bezüglich aller anderen fixierten Touren erhalten. Der Gesamtnutzen jedes Shifts aller folgenden Touren ist nun die Summe aus dem Gewinn, den wir durch seine Verbindung zu den fixierten Umläufen erhalten und dem höchsten Gesamtnutzen seiner Vorgängertour in der Umlaufsequenz. Für die letzte Tour wählen wir also den Shift mit dem höchsten Gesamtnutzen und bestimmen dann rekursiv den besten Vorgänger (vergleiche [7]).

Auf diese Weise können wir für jeden Umlauf optimal die beste Shiftkombination berechnen, allerdings immer nur unter der Prämisse, dass alle anderen Umlaufsequenzen fixiert sind. Man kann aber nun randomisiert Sequenzen auswählen und diese lokal optimieren.

Der Algorithmus läuft linear in der Anzahl der Shifts. In der Praxis bedeutet das, dass auch große Instanzen von über 700 Touren und über 30 Shifts noch in etwa 20 Sekunden berechnet werden können. Kleinere Instanzen benötigen nur wenige Sekunden. Im Vergleich dazu können kommerzielle Solver selbst die lineare Relaxierung der exakten Formulierung

bereits bei 200 Touren und 21 Shifts nicht mehr innerhalb von 3 Stunden lösen. Dabei ist vor allem die Anzahl der möglichen Shifts entscheidend für die Berechenbarkeit.

Ausgehend von den realen Fahrplandaten konnten wir die Anzahl der Komfortanschlüsse gegenüber der des originären Fahrplans signifikant erhöhen. Das spezifische Verbesserungspotenzial ist natürlich instanzabhängig.

### 3.2 Primal-Duale Approximation

Wenn wir voraussetzen, dass die Qualität einer Shiftkombination zweier Touren nur von der Shiftdifferenz abhängt und wir weiterhin alle integralen Shifts innerhalb eines bestimmten Intervalls zulassen, so lässt sich das Problem der Transferoptimierung als ein maximales Erfüllungbarkeitsproblem beschreiben: (siehe Gleichung (2))

$$\begin{aligned}
 \max \quad & \sum_{(e) \in \mathcal{E}} w_e y_e \\
 \text{s.t.} \quad & (y_e = 1 \Leftrightarrow l_e \leq x_j - x_i \leq u_e) \quad \forall e \in \mathcal{E} \text{ mit Touren } i, j \quad \forall i, j \in T \\
 & \tilde{l}_{ij} \leq x_j - x_i \leq \tilde{u}_{ij} \quad \forall i \mapsto j \\
 & l_i \leq x_i \leq u_i \quad \forall i \in T \\
 & x_i \in Z \quad \forall i \in T \\
 & y_e \in \{0, 1\} \quad \forall e \in \mathcal{E}
 \end{aligned} \tag{2}$$

wobei  $T$  die Menge aller Touren und  $\mathcal{E}$  die Menge aller Umsteigebeziehungen bezeichnet. Außerdem beschreibt  $i \rightarrow j$ , dass die Tour  $i$  im gegebenen Umlaufplan unmittelbar vor der Tour  $j$  gefahren wird. Diese Bedingung wird wie ein Anschluss gehandhabt, der nicht zur Disposition steht.

Wir möchten also die gewichtet maximale Menge an Umsteigebeziehungen erhalten, die einerseits den Umlaufplan nicht verletzt und andererseits jede Tour nur innerhalb ihres zulässigen Intervalls verschiebt. Man beachte, dass  $\mathcal{E}$  auch mehrere Ungleichungen für die gleiche Umsteigebeziehung enthalten kann, so dass man mehr Gewinn für die Erhaltung eines Komfortanschlusses generiert als für einen Risikoanschluss. Die Variablen  $y_e$  sind also Entscheidungsvariablen, die anzeigen ob der entsprechende Anschluss erfüllt werden kann oder nicht. Ein Anschluss ist genau dann erfüllt, wenn die Shiftdifferenz der Touren im Intervall  $[l_{ij}, u_{ij}]$  liegt. Jeder erfüllte Anschluss gibt uns einen Gewinn  $w_e$ . Die  $x$ -Variablen geben uns die Startzeiten für alle Touren. Wir dürfen jede Tour innerhalb ihres Shiftintervalls  $[l_i, u_i]$  verschieben. Das logische Programm (2) dient nur der Veranschaulichung der Problemstellung. Da eine Umformulierung als lineares Programm auf „big M“-Formulierungen angewiesen wäre, sind hilfreiche Schranken nicht zu erwarten. Stattdessen haben wir uns für einen primal-dualen Approximationsansatz entschieden:

Wir fassen  $\mathcal{E}$  nun als Kantenmenge eines Graphen auf, dessen Knoten die Menge der Touren ist. Wir richten diese Kanten in beiden Richtungen und tragen als Länge jeweils die maximale Shiftdifferenz ab.

Man kann sich nun leicht vorstellen, dass ein negativer Kreis in diesem Graphen einer inkonsistenten Menge an Umsteigebeziehungen entspricht. Wir möchten folglich möglichst wenige Kanten entfernen, so dass im verbleibenden Graphen keine negativen Kreise mehr existieren. Wir können dieses Problem dann als Hitting Set Problem beschreiben, bei dem unsere Grundelemente die Kanten sind und unsere Mengen sind die negativen Kreise. Wir

möchten eine minimale Menge an Kanten bestimmen, so dass jeder negative Kreis mindestens eine solche Kante enthält. Allerdings sind diese Kreise nicht explizit bekannt, wir können jedoch in Polynomialzeit testen, ob der Graph solche enthält.

Man kann das Hitting Set Problem mit dem primal-dualen Approximationsansatz (siehe [2]) approximieren. Im Allgemeinen liefert uns dies aber nur eine unbefriedigende Approximationsgüte.

Für den Spezialfall, dass dieser Graph zum einen planar ist (d.h. seine Knoten und Kanten können in der Ebene so angeordnet werden, dass sich keine Kanten schneiden), weiterhin die Verschiebbarkeit einer Tour nicht eingeschränkt ist ( $l_i = -\infty$ ,  $u_i = \infty$ ) und die gewinnbringende Shiftdifferenz eindeutig ist ( $l_{ij} = u_{ij}$ ) ist das Problem weiterhin NP-schwer. Wir können hier nun allerdings gewisse Eigenschaften unserer Kreise ausnutzen (vergleiche [4]) und erhalten mit dem primal-dualen Ansatz so eine bessere Approximationsgüte, nämlich 2. Dies erklärt sich dadurch, dass wir in planaren Graphen effizient alle relevanten negativen Kreise bestimmen können und diese simultan betrachten können. Dies verhindert die ungünstigen Reihenfolgen, die im Standardansatz die Approximationsgüte negativ beeinträchtigen.

Während im Optimum das Minimierungsproblem „Hitting Set“ und unser Maximierungsproblem äquivalent sind, ist die oben angegebene Approximation nur für das Minimierungsproblem gültig. Das originäre Maximierungsproblem können wir auf planaren Graphen durch die Wahl eines beliebigen Spannbaumes auch im gewichteten Fall 3-approximieren. Für beliebige Graphen gilt, dass wir dieses Problem  $a$ -approximieren können, wenn  $a$  die Arborizität des Graphen ist. Diese lässt sich in polynomieller Laufzeit bestimmen (siehe [2]).

Für die realitätsnäheren allgemeinen Bedingungen sind diese Approximationsgüten zwar nicht garantiert, allerdings lässt sich der primal-duale Algorithmus dennoch anwenden. Wir definieren hier eine Menge von künstlichen Umsteigebeziehungen, die die Umläufe sicherstellen, sowie Umsteigebeziehungen zu einem künstlichen Knoten, die das Shiftintervall begrenzen. Diese Umsteigebeziehungen sind nicht optional sondern müssen erhalten werden. Da es keinen Kreis geben darf, der nur aus solchen fixierten Kanten besteht, kann man immer eine Kante finden, die gelöscht werden darf.

Die Qualität der Ergebnisse ist sehr instanzabhängig; in einigen Fällen dominiert sie die dynamische Programmierung, allerdings ist der primal-duale Algorithmus deutlich langsamer. Die besten Ergebnisse werden mit unserer Bewertungsfunktion erzielt, wenn man nur die Anzahl der gesicherten Komfortanschlüsse optimiert.

## 4 Ergebnisse und Entscheidungsunterstützung

### 4.1 Ergebnisse der Optimierung

In diesem Abschnitt werden einige Ergebnisse anhand eines Fallbeispiels der Fahrplanabstimmung für die Stadt Kaiserslautern präsentiert.

Tabelle 2 zeigt ein ausgewähltes Ergebnis für die Fahrplanoptimierung des Nachmittagsverkehrs. Für die Optimierung wurden keine Randbedingungen gesetzt, das heißt die Algorithmik hatte freie Hand für Änderungen. Der neu berechnete Fahrplan enthält 340

Komfort-Anschlüsse mehr als der aktuelle Fahrplan, bei geringen Verlusten am Hauptbahnhof. Letztendlich obliegt es aber dem Verkehrsplaner, ob ein neuer Fahrplan „besser“ ist als der gegebene, da in diese Entscheidung sehr viel Expertenwissen einfließt, das von der Algorithmik nicht berücksichtigt werden kann. Die hohe Anzahl an Anschlüssen des Typs „Kein Anschluss“ ist kein Indikator für einen schlechten Fahrplan, sondern Konsequenz der hohen Anzahl der potentiell möglichen Anschlüsse und ist daher eher als Chance zu betrachten.

	Beinahe	Risiko	Komfort	Geduld	Kein Anschl.
Stadtmitte	282 (-252)	112 (-165)	2601 (+357)	992 (-85)	3999 (+145)
Hauptbahnhof	215 (-2)	100 (+3)	388 (-26)	417 (+42)	1571 (-17)
Westbahnhof	22 (-8)	9 (-12)	18 (+9)	24 (-9)	124 (+20)
Gesamt	519 (-262)	221 (-174)	3007 (+340)	1433 (-52)	5694 (+148)

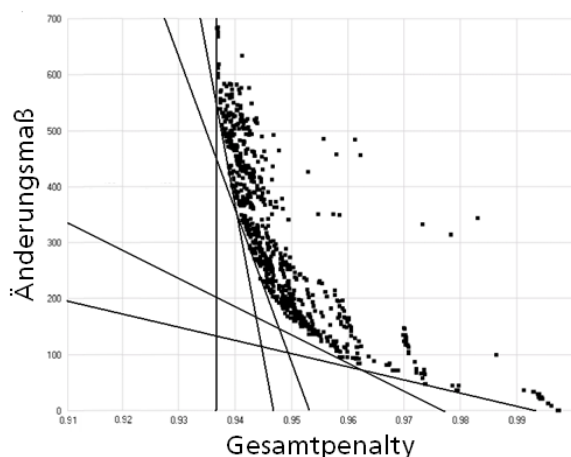
**Tabelle 2: Beispiellösung einer Optimierung für die Stadt Kaiserslautern. Die Werte in Klammern zeigen die Veränderungen im Vergleich zu dem aktuellen Fahrplan. Die Anzahl der Komfort-Anschlüsse konnte deutlich erhöht werden.**

In Tabelle 3 wird eine alternative Darstellung einer anderen Lösung mit weniger Veränderungen dargestellt. Hier wird die Anzahl der veränderten Anschlusstypen dargestellt, die zuvor vom Verkehrsplaner als „wichtig“ markiert wurden. Den erzeugten 39 wichtigen Komfort-Anschlüssen stehen nur 5 verlorene wichtige Komfort-Anschlüsse gegenüber. Berücksichtigt man die Tatsache, dass Verkehrsplaner in der Regel für die Verbesserung eines einzelnen Anschlusses viel Arbeit in Kauf nehmen, ist dies ein sehr gutes Ergebnis.

Von \ nach	Beinahe	Risiko	Komfort	Geduld	Kein Anschl.
Beinahe	28	0	23	0	27
Risiko	0	31	1	0	0
Komfort	0	5	1726	0	0
Geduld	0	0	15	206	0
Kein Anschl.	0	0	0	0	3392

**Tabelle 3: Matrix die die Veränderungen von Anschlussklassen für als „wichtig“ gekennzeichnete Anschlüsse wiedergibt. Es wird eine Lösung mit geringen Änderungen an den Fahrplänen angezeigt, die dennoch signifikante Verbesserungen enthält. Insgesamt wurden 39 neue wichtige Komfort-Anschlüsse generiert, wogegen nur 5 dieser Anschlüsse verloren wurden.**

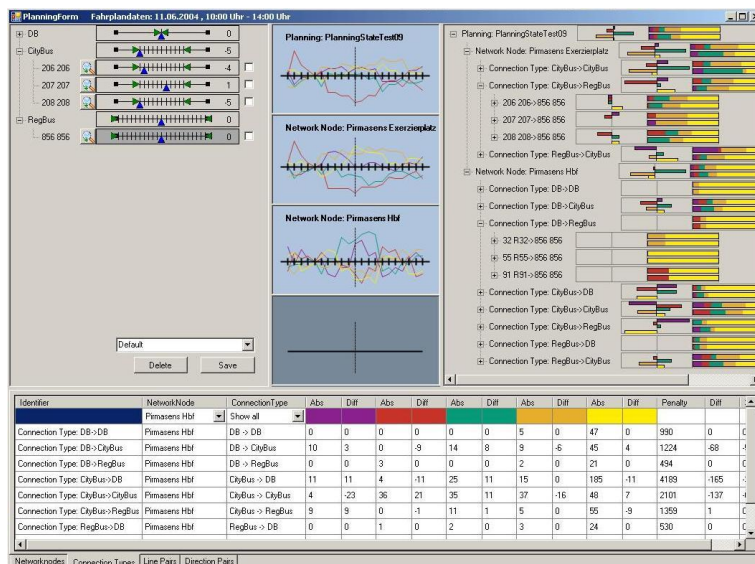
Die Qualität der Lösung der Metaheuristiken kann in Bild 3 analysiert werden. Hier werden viele generierte Fahrpläne graphisch miteinander verglichen (dargestellt als Punkte im zwei-dimensionalen Zielraum). Die berechneten unteren Schranken (dargestellt als schwarze Linien) zeigen, wie nah die berechneten Ergebnisse am potentiell möglichen Optimum liegen. Dies ist ein Hinweis dafür, dass die verwendeten Heuristiken gut für die Lösung des Problems geeignet sind.



**Bild 3:** Visualisierung von Lösungen im zwei-dimensionalen Zielfunktionsraum. Jeder Punkt entspricht einem berechneten Fahrplan. Die x-Achse zeigt die durchschnittliche Anschlussqualität, die y-Achse visualisiert die Menge an Änderungen, die an dem ursprünglichen Fahrplan vorgenommen wurden. Die schwarzen Geraden zeigen die berechneten Schranken, unterhalb derer es keine weiteren Lösungen mehr geben kann.

## 4.2 Entscheidungsunterstützung und Visualisierung

Der angesprochene Lösungsansatz wurde bereits im Fraunhofer-Forschungsprojekt SynPlan benutzt um dem Verkehrsplaner sowohl die IST-Analyse eines bestehenden Planes zu ermöglichen, als auch die Auswirkung seiner Änderungsideen zu prognostizieren. Bild 4 zeigt einen Screenshot der SynPlan-Software.



**Bild 4:** Screenshot der SynPlan-Software

Der Planer kann den Fahrplan mithilfe dieser Software auf verschiedenen Ebenen, also z.B. für einen Planungstag, einen Umsteigepunkt oder für eine konkrete Umsteigebeziehung analysieren. Dabei zeigt ihm eine Farbverteilung wie viele Komfortanschlüsse, Risikoanschlüsse etc. derzeit dort bestehen bzw. durch eine Veränderung erzielt wurden. Er kann



nicht nur einzelne Linien verschieben um die Ergebnisse zu testen, sondern es werden ihm durch Qualitätskurven bereits Hinweise gegeben welche Verschiebungen erfolgversprechend sind.

Es ist aber auch möglich mit den in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Algorithmen den Plan automatisiert zu verbessern. Diese Lösungsvorschläge können mit den eigenen Ideen verglichen werden und zu neuen Ansätzen inspirieren.

In der Praxis gibt es viele Nebenbedingungen, die der Verkehrsplaner nicht konkret beschreiben kann, sondern die erst durch eine unbefriedigende Lösung offenbar werden. Die Software erlaubt es ausgehend von einer berechneten Lösung zusätzliche Randbedingungen hinzuzufügen um das reale Modell besser anzunähern. Dies könnte zum Beispiel das Erzwingen eines bestimmten Komfortanschlusses sein oder die Synchronisierung mehrerer Linien an einem Treffpunkt.

## 5 Fazit

Die entwickelten Konzepte eignen sich gut, um Verkehrsplaner bei der Synchronisierung von Fahrplänen zu unterstützen. Die Ansätze, die zusammen mit Verkehrsplanern entwickelt wurden, sind in der Lage eine sinnvolle Verbesserung zu dem Prozess der Fahrplanabstimmung innerhalb von Verkehrsverbünden beizutragen.

Die vorgestellte Arbeit erweitert die bestehenden Lösungskonzepte um eine Berücksichtigung der bestehenden Umläufe und leistet somit einen weiteren wichtigen Beitrag, um die komplexe Problematik der ganzheitlichen Fahrplansynchronisierung in der Praxis zu lösen.

Zukünftiges Ziel ist es, auch weitergehende Fragestellungen der Umlaufplanung zu berücksichtigen, wie die Personalplanung oder eine mögliche Veränderung der tatsächlichen Busumläufe. Dies würde weiteres Potential für eine Verbesserung der Fahrpläne schaffen.

## 6 Literatur

- [1] Schüle, I. (2010): RLT Approaches to QSAPs – Applied to Timetable Synchronization in Public Transport, Dissertation an der TU Kaiserslautern, Logos Verlag.
- [2] Gabow, H. N.; Westermann, H. H. (1992): Forests, frames, and games: Algorithms for matroid sums and applications, *Algorithmica* 7 (1): 465-497.
- [3] Goemans, MX; Williamson, DP (1996): The primal-dual method for approximation algorithms and its application to network design problems, *Approximation Algorithms for NP-Hard Problems*, PWS, Boston.
- [4] Goemans, MX; Williamson, DP (1997): Primal-Dual Approximation Algorithm for Feedback Problems in Planar Graphs, *Combinatorica*, 17, 1-23.
- [5] Klemmt, W.; Stemme, W. (1988): Schedule synchronization for public transit networks. In: J.R. Daduna, A. Wren (eds.), *Computer-aided transit scheduling, Proceedings, Lect. Notes Econ. Math. Syst.* 308, 327-335.

- [6] Schüle, I.; Dragan, A.; Radev, A.; Schröder, M.; Küfer, K.-H. (2008): Multicriteria optimization for regional timetable synchronization in public transport. *Operations Research Proceedings 2008*, 313-318, Springer Verlag.
- [7] Schüle, I.; Schröder, M.; Hansen, N. (2011): Fahrplansynchronisierung im öffentlichen Nahverkehr – Mathematische Optimierung zur Verbesserung komplexer Abstimmungsprozesse. *Proceedings of Heureka '11 – Optimierung in Verkehr und Transport*, FGSV Verlag, März 2011.
- [8] Voß, S. (1992): Network design formulations in schedule synchronization. In: M. Desrochers et al. (eds.), *Computer-aided transit scheduling, Proceedings, Lect. Notes Econ. Math. Syst.* 386, 137-152.
- [9] Domschke, W. (1989): Schedule synchronization for public transit networks. *OR Spektrum* 11:17-24.
- [10] Schröder, M.; Schüle, I. (2008): Interaktive mehrkriterielle Optimierung für die regionale Fahrplanabstimmung in Verkehrsverbünden. *Straßenverkehrstechnik*, (6):332-340.
- [11] Fleurent, C.; Lessard, R.; Séguin, L. (2004): Transit timetable synchronization: evaluation and optimization. *9th International Conference on Computer Aided Scheduling in Public Transport*.
- [12] Hansen, N. (2009): Integrating timetabling and vehicle scheduling. Diplomarbeit, Fachbereich Mathematik, TU Kaiserslautern.

**Teilkonferenz**

## **Informationssysteme in der Dienstleistung**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Informationssysteme in der Dienstleistung**

**Tilo Böhmann**

Universität Hamburg, Fachbereich für Informatik,  
Arbeitsbereich IT-Management und -Consulting, 22527 Hamburg,  
E-Mail: boehmann@informatik.uni-hamburg.de

Immer mehr Unternehmen und Organisationen der öffentlichen Verwaltung verstehen sich als Dienstleister. Ein wesentlicher Treiber für diese Entwicklung sind neue Informationssysteme, die innovative Dienstleistungen oder Verbesserungen der Produktivität von Dienstleistungen ermöglichen. Deshalb trägt die Wirtschaftsinformatik durch Ihre Forschung zur besseren theoretischen Durchdringung und zur Gestaltung dieser Entwicklung bei.

Dies geschieht einerseits in grundlegenden Themen, wie z.B. dem Service Engineering, der Schaffung von Standards und Referenzmodellen für Dienstleistungen, neuen Ansätzen und Werkzeugen für die Produktivitätsverbesserung oder zielführenden Methoden der Dienstleistungsmodellierung. Gleichzeitig setzt sich die Wirtschaftsinformatik auch mit domänenspezifischen Fragestellungen der Dienstleistungswirtschaft, z.B. im Finanz- oder Gesundheitswesen bzw. der IT-Branche auseinander. Dies spiegelt sich auch in der Teilkonferenz Informationssysteme in der Dienstleistung der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012.

Die MKWI schafft damit für die Wirtschaftsinformatik-Community in den deutschsprachigen Ländern eine Plattform für die Entwicklung von Forschungsarbeiten, die international anschlussfähig sind. Die wachsende Bedeutung der Service Science und der Informationssysteme in der Dienstleistung wird auch in der internationalen Community gewürdigt, beispielsweise durch entsprechende Tracks auf internationalen Konferenzen, wie z.B. der ICIS 2011, durch Sonderausgaben internationaler Fachzeitschriften sowie nicht zuletzt durch die Etablierung einer Special Interest Group Services (SIGSVC) in der Association for Information Systems (AIS).

Die Relevanz der Dienstleistungsforschung bzw. der Service Science besteht dabei nicht nur in der Wirtschaftsinformatik, sondern betrifft auch weitere Disziplinen, wie Marketing, Operations Management und Innovationsmanagement. Daher werden Erkenntnisse in diesem Bereich einerseits aus diesen Nachbardisziplinen beeinflusst und andererseits kann die Wirtschaftsinformatik sich in einem breiteren Diskurs einbringen.

Diesen Facettenreichtum spiegelt auch die Teilkonferenz „Informationssysteme in der Dienstleistung“ mit ihren vier Tracks wieder. Dies spiegelt auch die große Einreichungszahl und die damit einhergehenden hohen qualitativen Ansprüche in der Teilkonferenz wieder. Über alle Tracks hat sich für die Teilkonferenz eine Annahmequote von 58 % ergeben.

### **Service Engineering & Management**

Der Track Service Engineering und Management konzentriert sich auf die Entwicklung, Realisierung, Einführung und Bereitstellung von Dienstleistungen und Produkt-Dienstleistungssystemen. Es werden Themen der Weiterentwicklung und Überprüfung von Methoden und Werkzeugen der systematischen Dienstleistungsentwicklung (Service Engineering) betrachtet. Der Track stellt unter anderem die Produktivität von Dienstleistungen in den Fokus, die aufgrund der konstitutiven Merkmale dieser ein spezielles Vorgehen bei der Messung und Verbesserung der Dienstleistungsproduktivität erfordern. Hier sind Modelle, Verfahren und Informationssysteme zur Messung und Bewertung von Dienstleistungsproduktivität gefordert, die Effekte bei Leistungsnehmern und Leistungsgebern berücksichtigen.

### **E-Health: Informationssysteme für die vernetzte Medizin**

Die hohe Spezialisierung im Gesundheitswesen und die zunehmende Mobilität von Patienten hat die medizinische Versorgung in den letzten Jahrzehnten verändert. Medizinische Forschung und Versorgung sind oft kooperativ und interdisziplinär. Eine Unterstützung der dadurch entstandenen Prozesse und Strukturen mit Information- und Kommunikationstechnologie (IuK) wird als E-Health oder Gesundheitstelematik bezeichnet.

### **Informationssysteme in der Finanzwirtschaft**

In Zeiten hochgradiger Vernetzung von Unternehmen, insbesondere in der Finanzbranche, kann das Auftreten von externen Effekten unvorhersehbare negative Auswirkungen hervorbringen, wie dies im Fall der noch anhaltenden Finanzkrise geschehen ist. Die wechselseitigen Abhängigkeiten in so genannten Risikonetzwerken können daher den Ausgangspunkt einer Fülle wissenschaftlicher Arbeiten darstellen, in denen Konzepte oder Methoden entwickelt werden, um beispielsweise die Transparenz von Produkt und Transaktionen zu erhöhen oder die systemische Risiken interdependenter Netzwerke zu erkennen und zu vermeiden. Zudem und nicht nur durch die Finanzkrise von großer Relevanz ist die Fragestellung nach adäquaten Anreizstrukturen, um beispielsweise ein eigennütziges Verhalten des Bankberaters zu unterbinden.

### **Personalthemen in der IV-Beratung**

Professional Service Firms und insbesondere auch die IV-Beratung sind stark auf gut qualifiziertes Personal angewiesen, dessen Kenntnisse laufend aktuell gehalten werden müssen. Hier ergeben sich gleich mehrere Probleme. Einerseits ist immer noch weitgehend ungeklärt, was Beratungsunternehmen in der Ausbildung von Hochschulen erwarten und welche Qualifikation Hochschulen hier tatsächlich bereitstellen können. Andererseits macht die Bevölkerungsentwicklung es notwendig, sich stärker als bisher mit Genderfragen und Fragen der Work-Life-Balance in der Unternehmensberatung zu beschäftigen.

# **E-Health: Informationssysteme für die vernetzte Medizin**





# **Mobile Anwendungssysteme im Gesundheitswesen: eine empirische Anforderungsanalyse am Beispiel der präklinischen Notfallmedizin**

## **Philipp Reinke**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: philipp.reinke@uni-osnabrueck.de

## **Rüdiger Breitschwerdt**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: ruediger.breitschwerdt@uni-osnabrueck.de

## **Sebastian Hucke**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: sebastian.hucke@uni-osnabrueck.de

## **Oliver Thomas**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

## **Abstract**

Viele Geschäftsprozesse in der Unternehmenspraxis werden bereits wirkungsvoll durch mobile Anwendungssysteme unterstützt. Von überall sind Informationen aller Art zugänglich und können während der Prozessausführung abgerufen und weiterverarbeitet werden. Dieser Trend wird auch vermehrt in der präklinischen Notfallmedizin Einzug halten, wo bereits spezialisierte Systeme für einige wenige Krankheitsbilder und Teilprozesse eingebracht werden. Im Rahmen dieses Beitrags wird auf Basis einer Anforderungserhebung per Online-Umfrage ein erster theoretischer Ansatz abgeleitet, welcher die Grundlage bietet die Einsatzkräfte direkt im Notfalleinsatz bei der Behandlung des Patienten durch prozessorientierte Informationsweitergabe, sowie in relevanten vor- und nachgelagerten Prozessen zu unterstützen.

## **1 Problemstellung**

Mobile Informationstechnologie durchdringt bereits jetzt fast alle Lebensbereiche. Durch moderne Tablet-PCs, Netbooks und Smartphones ist es möglich, orts- und zeitunabhängig auf jede benötigte Information kurzfristig zuzugreifen. Forschungen aus diesem Bereich

zeigen, wie durch gezieltes Einbringen von IT-gestütztem Fachwissen deutliche Mehrwerte erzeugt werden können [3].

Auch in einzelnen Bereichen der präklinischen Notfallmedizin (Rettungs- und Notarztdienst) setzt sich diese mobile Technologie immer stärker durch. Die Aufgabe der o.g. Dienste besteht insbesondere darin, rund um die Uhr bei Notfällen medizinischer Ursache eine qualifizierte Versorgung zu leisten und den Patienten in eine geeignete Einrichtung zu transportieren. Auch der Transport von Nichtnotfallpatienten gehört zum Leistungsspektrum des Rettungsdienstes, sofern eine fachgerechte Betreuung notwendig erscheint. Hierzu bedient man sich verschiedener Komponenten (Rettungs- und Krankenwagen, Notarzteinsetzfahrzeuge sowie Luftrettungsmittel) welche je nach Einsatzart von einer Rettungsleitstelle disponiert werden. Der eigentliche Einsatz erstreckt sich dabei von der Alarmierung, der Anfahrt, der Behandlung bis zum Transport in die Zielklinik. Obligatorisch ist eine umfangreiche Dokumentation [2].

Beispielhaft für eine prozessorientierte Unterstützung des Notfalleinsatzes seien die folgenden Systeme aus der aktuellen Forschung genannt:

- Das elektronische Notfallprotokoll MEDEA ist ein Beispiel dafür, wie sich Informationstechnik als ausgesprochen praktikabel und zeitsparend im Bereich der Dokumentation während und nach dem Einsatz einfügen kann [8].
- Im Bereich der direkten Patientenversorgung lieferten beispielsweise die beiden Projekte „Cardio Angel“ und „Stroke Angel“ einen signifikanten Beitrag zu einem verbesserten Ergebnis der Patientenbehandlung (sog. „Outcome“) im Bereich der präklinischen Myokardinfarkt- und Schlaganfallversorgung [7].

Allerdings ist an den bisher genannten Systemen aber insbesondere zu kritisieren, dass sie nur auf spezielle Prozesse und Notfallbilder ausgelegt sind (hier: Einsatzdokumentation, Herzinfarkt, Schlaganfall), was ihre Flexibilität für den Einsatz abseits des jeweiligen Spezialgebiets deutlich einengt. Krankheitsbildspezifische Informationssysteme wie „Stroke Angel“ und „Cardio Angel“ können zwar durchaus einen Mehrwert für die Akutbehandlung des jeweils dazugehörigen Krankheitsbilds liefern, als Informationsbasis für darüber hinaus gehende Notfälle sind sie jedoch nur wenig hilfreich. Als problematisch ist weiterhin die Tatsache zu bewerten, dass neben diesen bekannten beispielhaften Projekten viele Rettungsdienstbereiche und Medizinproduktehersteller eigene Systeme entwickeln und lokal begrenzt einführen. Dies hat das Potential, zu umfassenden Inkompatibilitäten bei ortsübergreifenden Einsätzen zu führen.

Im Rahmen dieses Beitrags wird ein Systementwurf vorgelegt, welcher die Grundlage für weiter gehende Forschungen und daraus resultierende Prototypen bieten soll. Das daraus in nachfolgenden Arbeiten abgeleitete und prototypisch implementierte System muss zwingend universell für die notfallmedizinische Versorgung jeglicher Einsatzszenarien (Akutes Koronarsyndrom/ Herzinfarkt, Schlaganfall, Polytrauma, usw.) anhand ihrer festgelegten Algorithmen (teilw. verbindliche Behandlungsanweisungen) sowie vor- bzw. nachgelagerte Prozesse (Abrechnung, Bestellungen, Qualitätsmanagement, usw.) nutzbar sein.

Um ein derart komplexes System für alle Akteure zufriedenstellend zu entwerfen und umzusetzen müssen die Anforderungen in ausgedehnten Studien detailliert erhoben, erfasst und ausgewertet werden (siehe Kap. 2). Ein erster Beitrag dazu soll durch diese Arbeit und den in Kap. 3 vorgestellten Ansatz geleistet werden.

## **2 Erhebung der Einsatzpotenziale**

### **2.1 Vorgehen**

Wichtige Aufgaben der Wirtschaftsinformatik liegen in der Vorhersage und der Gestaltung von Systemen [9]. Um eine entsprechende Prognose für mobile Anwendungssysteme im Rettungsdienst treffen zu können, muss zuerst der aktuelle Zustand erhoben, sowie die Anforderungen der Benutzer eruiert werden [1]. Dazu wurde in Anlehnung an [3] eine offene Online-Erhebung zur Ermöglichung einer formativen Evaluation und Hypothesenableitung durchgeführt. Angesprochen wurden hierbei insbesondere ärztliche und nicht-ärztliche Mitarbeiter im Rettungsdienst, aber auch Personen aus naheliegenden Bereichen wie dem Sanitätsdienst vorrangig über den Kanal Newsletter und Webseiten von Fachzeitschriften und -verbänden, wie z.B. die Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren.

Methodisch wurde hier der gestaltungsorientierte Ansatz von Hevner et. al. [5] zugrunde gelegt. Hierbei werden Ergebnisse („Artefakte“) zu vorher definierten Problemstellungen herausgearbeitet und auf ihre Problemlösungsfähigkeit hin evaluiert. Das Artefakt wird dabei entweder implementiert oder bis zur Problemlösung weiterentwickelt und der Prozess wiederholt [5]. Das im Rahmen dieser Arbeit in Abschnitt 3 entwickelte Artefakt bietet einen Ansatz die Prozesse in der präklinischen Notfallmedizin sinnvoll zu unterstützen.

Durch die Befragung konnte eine relativ hohe, repräsentative Anzahl an Teilnehmern verschiedener Berufsgruppen und Qualifikationen erreicht werden. Weitere Vorteile dieser Befragungsart liegen in einer höheren Datengenauigkeit bspw. im Vergleich zu Telefoninterviews. Ein Wegfall eines potentiellen Bias, also dem bewussten oder unbewussten Beeinflussen der interviewten Person, ergänzt die Vorteile [6].

Die Umfrage enthielt 22 offene und geschlossene Fragen. Abgefragt wurden quantitative und qualitative Elemente, da beide Arten speziell für Anforderungsanalysen aus dem Bereich zu IT im Gesundheitswesen geeignet sind [10] und die Aussagekraft der Ergebnisse erhöht werden soll. Bei den quantitativen Fragen wurden ungerade Skalen verwendet. Dies verfolgt den Zweck, dem Teilnehmer bei der Auswahl der Ergebnisse die Indifferenz zu ermöglichen. Die Aussagekraft dichotomer Antworten wurde durch Ermöglichung einer Entscheidungsbegründung über qualitative Antworten erhöht.

Inhaltlich wurde durch die Fragestellungen ein Mix aus grundlegenden Informationen zu Herkunft, Qualifikation und Einsatzort der Teilnehmer, sowie speziell zur Einsatzdurchführung ohne IT-gestützte Hilfsmittel abgefragt. Den Teilnehmern wurde ermöglicht, quantitative und qualitative Rückmeldungen, beispielsweise zum Mangel an Informationen während der Einsatzdurchführung, einzubringen.

Die 22 Fragen lassen sich aufgrund ihrer Fragestellung thematisch in drei Cluster teilen:

Cluster	Bezeichnung
1	Qualifikation, Berufserfahrung und Einsatzort der Teilnehmer
2	Wissen, Verbreitung und Abweichung von medizinischen Algorithmen
3	IT-Unterstützung von Algorithmen sowie Einsatzdokumentation

## 2.2 Ergebnisdarstellung

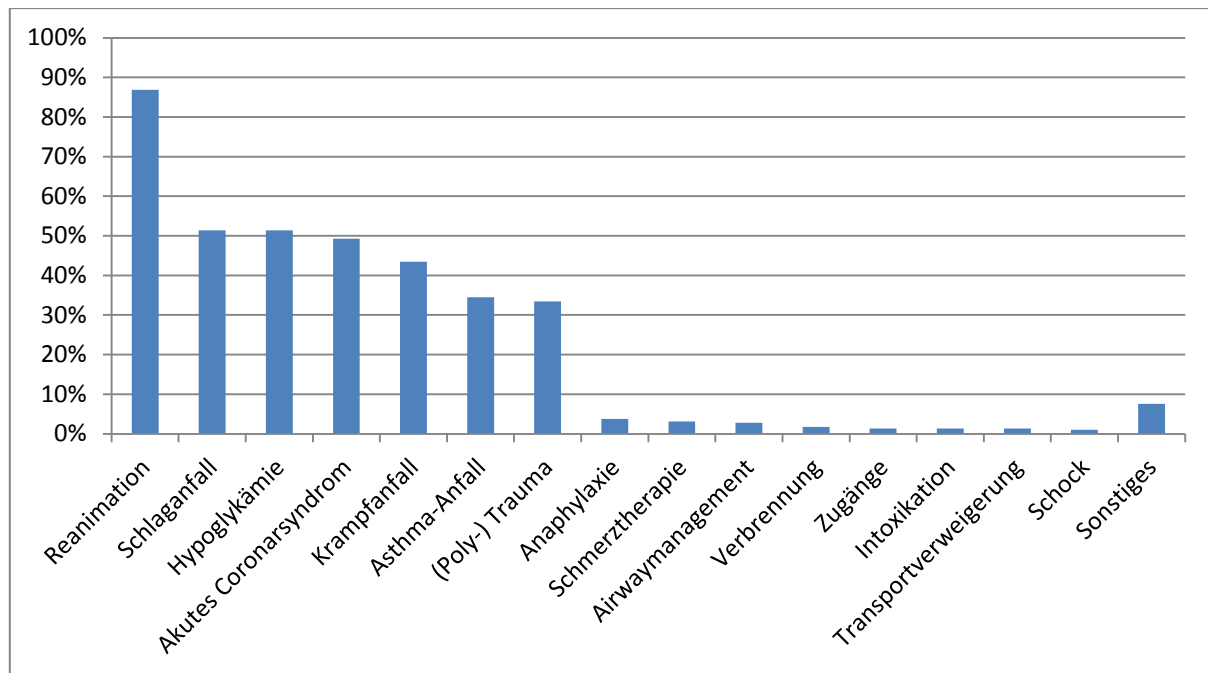
Bei der Umfrage haben insgesamt **290 Personen** aller rettungsdienstlichen Qualifikationen und (notfall-) medizinischer Berufsfelder teilgenommen (insbesondere Notärzte, Rettungsassistenten, -sanitäter und -helfer). Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz dargestellt und gedeutet.

### 2.2.1 Cluster 1: Qualifikation, Berufserfahrung und Einsatzort der Teilnehmer

Die Teilnehmer stammen wie erwartet überwiegend aus notfallmedizinischen Berufsgruppen, aber auch aus anderen Bereichen wie bspw. aus der Krankenpflege oder dem Sanitätsdienst. Insgesamt entfallen 261 Personen (90%) auf das nicht-ärztliche Personal. Es nahmen 207 (71,93%) (Lehr-) Rettungsassistenten (dem einzigen bundesweit geregelten Ausbildungsberuf im Rettungsdienst) an der Umfrage teil. Elf Personen (3,8%) verfügen über eine je nach Landesrecht zu unterscheidende Qualifikation „Notarzt“, während 18 Personen (6,1%) angaben, dass sie aus weiteren Bereichen stammen (z.B. Sanitätsdienst oder Pflege). Die Berufserfahrung liegt insbesondere bei Rettungsassistenten bei 5-10, bei Lehrrettungsassistenten (Rettungsassistenten mit pädagogischer Zusatzqualifikation und Ausbilderfunktion) bei 10-20 Jahren. Bei der Auswertung der Postleitzahlen ergab sich eine grundsätzliche Gleichverteilung innerhalb Deutschlands. Vereinzelt Teilnehmer stammen aus dem deutschsprachigen Ausland.

### 2.2.2 Cluster 2: Wissen, Verbreitung und Abweichung von med. Algorithmen

Die sog. Algorithmen sind in der (Notfall-) Medizin verbindliche Anweisungen zur Patientenversorgung anhand eines festen Ablaufs, welche je nach der vorliegenden Organisation des jeweiligen Rettungsdienstbereichs durch übergeordnete Instanzen wie den Arbeitgeber oder die Ärztliche Leitung Rettungsdienst verpflichtend vorgeschrieben werden können. Hierbei können unter strengen Voraussetzungen auch bestimmte lebensrettende und eigentlich dem Arzt vorbehaltene Maßnahmen auf nicht-ärztliches Personal delegiert werden. Beispielhaft ist hier das Krankheitsbild „Akutes Koronarsyndrom/ Herzinfarkt“ zu nennen, bei dem ein entsprechender Algorithmus eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur präklinischen Behandlung darstellen würde. Bild 1 zeigt, zu welchen Krankheitsbildern Algorithmen den Teilnehmern vorgegeben wurden.

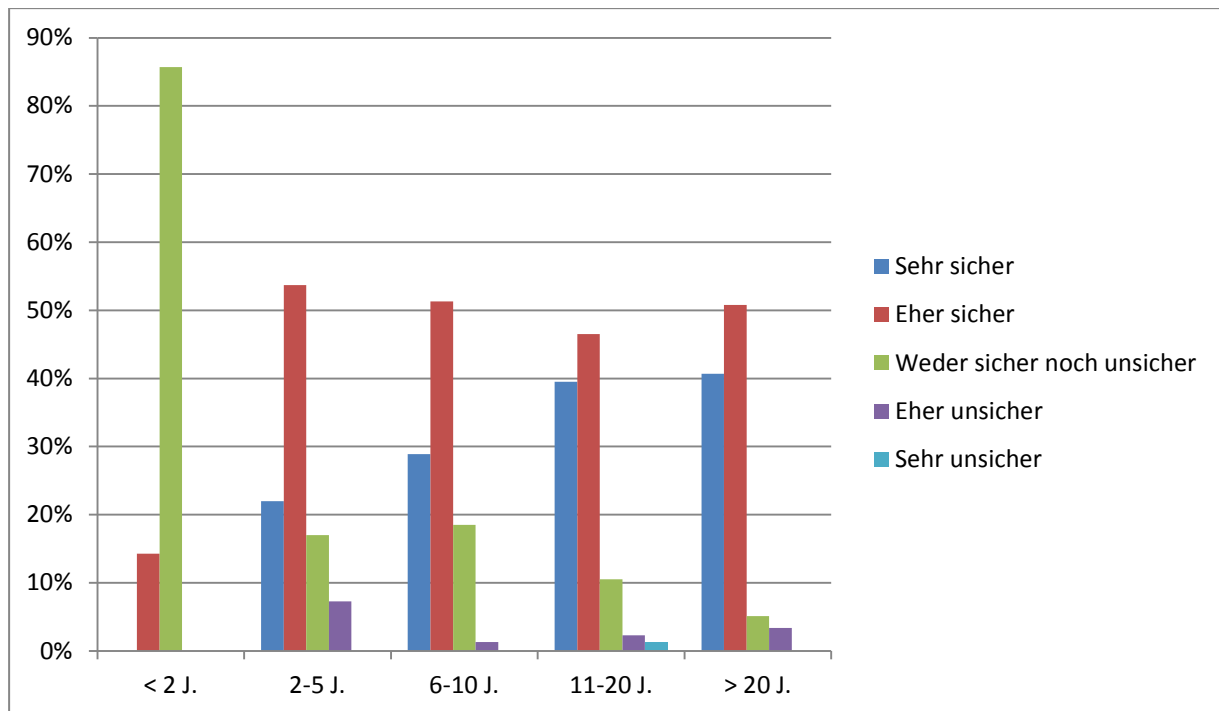


**Bild 1: Vorgegebene medizinische Algorithmen**

Anhand der Antworten lässt sich ableiten, dass auf die 290 Teilnehmer 1066 Algorithmen entfallen. Dies ergibt rund 3,68 verpflichtende Algorithmen pro Person (bzw. Bereich). Ein Reanimationsalgorithmus ist dabei bei 252 Personen (86,9%) vorgegeben. Darauf folgen Schlaganfall und Unterzuckerung mit jeweils 149 Personen (51,4%). Grundsätzlich kann also festgestellt werden, dass speziell bei lebensbedrohlichen Verletzungen und Erkrankungen Vorgaben zur Behandlung existieren.

Nur 25 Personen (8,6%) verfügen über keine verpflichtenden Vorgaben in der Patientenbehandlung in Form von Algorithmen. Hierbei wird durch die Vorgabe erwartet, dass die freigegebenen Maßnahmen durch das ausführende Personal fehlerfrei durchgeführt werden können. Dies betrifft insbesondere die invasiven, also eigentlich dem Notarzt vorbehaltenen Maßnahmen, da Fehler hier teilweise lebensgefährliche Komplikationen hervorrufen können. 105 Teilnehmer (36,2%) müssen sechs und mehr Algorithmen beherrschen.

Eine weitere Frage beschäftigte sich mit der gefühlten Sicherheit der Teilnehmer bei der Anwendung von Algorithmen im Einsatzfall. Dabei schätzen 89 Personen (30,7%) ihr Wissen bzgl. Algorithmen als sehr sicher, sowie 132 Personen (45%) als eher sicher ein. 39 Personen (13,4%) schätzen sich als weder sicher noch unsicher ein, gefolgt von 8 Personen (2,8%) als eher unsicher und einer Person (0,3%) als sehr unsicher. Auf den ersten Blick erscheint die Zahl der sich sicher fühlenden Teilnehmer hoch, dennoch gaben im Umkehrschluss doch immerhin 180 Personen (62%) an, sich eher sicher und schlechter zu fühlen. Zur Beurteilung dieser Werte sollen diese nun in Relation zur jeweiligen Berufserfahrung der Teilnehmer gestellt werden:



**Bild 2: Anwendungssicherheit von med. Algorithmen in Relation zur Berufserfahrung**

Aus der Auswertung geht hervor, dass die Anwendungssicherheit wie erwartet mit der Berufserfahrung korreliert, d.h. bei steigender Erfahrung auch die Sicherheit wächst. Im Umkehrschluss liegt die Vermutung nahe, dass gerade junge unerfahrene Mitarbeiter Unterstützung von außen bei der Anwendung von Algorithmen (bspw. durch eine mobile IT-gestützte Lösung) profitieren könnten. Kritisch anzumerken sind hier zwei Punkte: Einerseits ist die Anzahl der Kollegen mit geringer Berufserfahrung in der Umfrage signifikant kleiner als die Zahl der Mitarbeiter mit hoher Erfahrung, diese Gruppe ist also eventuell nicht repräsentativ vertreten. Andererseits kann der Wahrheitsgehalt der Ergebnisse zur Anwendungssicherheit in Frage gestellt werden. Es ist hierbei durchaus möglich, dass die individuellen Angaben aus Scham verfälscht wurden oder sich die Teilnehmer sogar unter- oder überschätzen. Für eine differenziertere Beurteilung sind hierbei weitere Untersuchungen, z.B. in Form von Beobachtungen, erforderlich.

Eine weitere Frage beschäftigte sich mit den Fehlern die aus möglichen Abweichungen von Algorithmen entstanden. Diese wurden mittels Freitexteingabe erhoben und lassen sich grob wie folgt eingliedern:

- Änderung der Maßnahmenreihenfolge
- Auslassen / Unterlassen bzw. Vergessen von einzelnen (Teil-) Maßnahmen
- Falsche Medikamentendosierungen
- Falsche Wahl der Medikamente

### 2.2.3 Cluster 3: IT-Unterstützung von Algorithmen sowie Einsatzdokumentation

Der dritte Cluster beschäftigte sich insbesondere mit der Fragestellung, inwiefern die vorhandenen Prozesse durch mobile Informationssysteme unterstützt werden könnten. Dabei wurden die Schwerpunkte auf eine Unterstützung im Dokumentationsprozess, sowie bei der Patientenbehandlung selbst gesetzt.

Nur 56 Personen (19,3%) gaben bei der Umfrage an, selten bis nie zu langsam bei der Erstellung der Einsatzdokumentation zu sein. Da das Protokoll zusammen mit dem Patienten an die diensthabenden Pfleger und Ärzte übergeben wird, kann man hier auf eine mögliche Verzögerung des Behandlungsprozess schließen, sofern das Protokoll noch passend angefertigt wird. Es ist jedoch nach den Angaben der Teilnehmer auch möglich, dass zum Einhalten der Zeit bis zur Übergabe möglicherweise wichtige Informationen nicht protokolliert werden und damit vermeidbare Doppeluntersuchungen o.ä. provozieren. 49 Personen (16,9%) gaben sogar an, dass dies häufig bis sehr häufig passiere.

Bei der Frage nach der Sinnhaftigkeit einer IT-Unterstützung im Allgemeinen meldeten 240 Personen (82,8%) zurück, dass diese bei entsprechender Planung grundsätzlich für sie einen Mehrwert bieten könnte. Dies könne nach den Angaben aus den Freitextfeldern beispielsweise durch automatische Übernahmen von Vitalparametern aus den Medizinprodukten (EKG, Beatmungsgerät, usw.) und das Auslesen der Krankenversichertenkarte für die persönlichen Patientendaten geschehen. Konsens bei der Auswertung der Freitextangaben war, dass eine IT-Unterstützung auch die Informationsversorgung bis hin in die Notaufnahmen unterstützen könnte.

Im Bereich der direkten Patientenversorgung sind 185 Teilnehmer (63,8%) der Meinung, dass eine IT-gestützte Möglichkeit im Einsatz behandlungsrelevantes medizinisches Wissen (z.B. med. Wörterbücher oder Medikamenteninformationen) zu beschaffen, einen Mehrwert bieten würde. 193 Personen (66,6%) gaben an, dass eine durch mobile IT zugängliche Sammlung von Algorithmen dem Patienten helfen kann, den Patienten leitliniengerecht zu versorgen. Bei der Bereitstellung der Algorithmen auf einem mobilen Endgerät wird sich insbesondere eine größere Sicherheit für den Patienten durch einen einfach dargestellten Behandlungsweg versprochen. Diese Angaben stützen sich auf alle Qualifikationsstufen. Insbesondere Ärzte und Notärzte gaben an, dass speziell eine Informationsbasis über Medikamente (inkl. Dosierung, Indikationen und Kontraindikationen) sinnvoll sei.

Erste Lösungsansätze bspw. in Form von Smartphone-Applikationen existieren hier zwar schon, diese werden jedoch überwiegend als nicht ausreichend empfunden. Gründe hierfür sind u.a. die schwere Zugänglichkeit der Informationen sowie die Gefahr von Kreuzkontaminationen über die Oberflächen der Endgeräte durch Benutzung im Einsatz. Dagegen eingesetzte stark wirkende Desinfektionslösungen wiederum können die Hardware schädigen.

Weitere Fragen bezogen sich auf andere Unterstützungsmöglichkeiten, wie bspw. bei der Führungsunterstützung. Auch hier wird in einer IT-Unterstützung ein Mehrwert gesehen. Kritische Aussagen beschäftigen sich insbesondere mit der Daten- und Ausfallsicherheit, worauf im Rahmen weiterer Forschung dringend geachtet werden muss.

### 3 Schlussfolgerungen

Aufgrund der Bandbreite der Antworten sind die möglichen Einsatzgebiete mobiler Informationstechnik im Rettungsdienst weit gestreut. Die Antworten wurden von den Autoren mit Erfahrungen in der Domäne analysiert und in Hypothesen überführt, welche für grundlegende Systemeigenschaften stehen. Sie stellen jedoch nur eine Auswahl der wichtigsten Anwendungsgebiete dar, durch erweiterte Erhebungen und Beobachtungen der Praxis können vermutlich noch weitere Aufgaben, Funktionen und Komponenten extrahiert werden. Verbesserungen der Prozessqualität und des Versorgungsergebnisses des Notfallpatienten lassen sich nach Filterung der getroffenen Antworten der Teilnehmer durch die drei nachfolgend hypothetisierten Eigenschaftsgruppen realisieren:

- **Integrierte Informationsbasis:** Integration der Medizinprodukte (insb. EKG und Beatmungsgerät, ggf. Blutgasanalyse und weitere Geräte) mit einem elektronischen Protokoll. Informationen müssen ausfallsicher und mit standardisierter Semantik bereits aus dem Rettungswagen (und ggf. aus anderen Rettungsmitteln) in die Klinik übertragen werden können. Dies ermöglicht insbesondere eine verbesserte Patientenübergabe sowie ein Erfassen aller medizinischen Informationen den Patienten betreffend. Auch nachgeordnete Aufgaben wie bspw. die Abrechnungen werden hierbei unterstützt.
- **Prozessunterstützung durch zielgerichtete Information:** Eine Informationsbasis, die durch prozessorientierte Informationsversorgung die Einsatzkräfte bei der direkten Behandlung unterstützt. Dies soll durch eine Einbindung der aktuellen Leitlinien sowie das Einstreuen bestimmter relevanter Informationen wie Medikamentenvorschlägen inkl. deren Indikationen und Kontraindikationen geschehen. Neben Behandlungsroutinen sind weitere Datenbanken wie z.B. die Rote Liste (Medikamentendatenbank), Gefahrstoffverzeichnisse oder aber auch Informationen über die aktuelle Aufnahmekapazität je nach Fachrichtung der in Frage kommenden Krankenhäuser wichtig.
- **Weitere Funktionen:** Das System kann darüber hinaus durch ein integriertes grundlegendes Führungsunterstützungssystem ergänzt werden. Damit wird es Führungskräften oder erstintreffenden Einsatzkräften in Großschadenslagen ermöglicht, Patientensichtungen bzw. Triage zu dokumentieren und sich mit hinterlegten Informationen (z.B. Lagekarte) einen Überblick über die aktuelle Lage zu schaffen. Weiterhin denkbar wäre eine Unterstützung verschiedener Qualitätsmanagement-Prozesse durch das automatische Führen von entsprechenden Listen (z.B. Verbrauchs- oder Entnahmelisten von Medikamenten etc.).

Das resultierende System basiert auf mobilen Dateneinheiten verbunden mit einem zentralen Server als Kommunikations- und Speichermedium. Aus diesem Server können sich neben den Einsatzkräften auch weitere Organisationseinheiten wie bspw. die Ärztliche Leitung oder auch die Abrechnungsstelle Informationen laden. Dies ermöglicht u.a. eine vereinfachte Abrechnung (Wegfall des Abtippens von handschriftlichen Protokollen zur Fakturierung) sowie ein medizinisches Qualitätsmanagement (Aufgabe der Ärztlichen Leitung des Rettungsdienstes) durch die statistische Auswertung aller Einsätze. Bei einem neuen Einsatz legt der Leitstellendisponent einen Einsatz im Leitrechner an und vergibt den Einsatz direkt an das bzw. die Einsatzfahrzeug(e). Hierbei werden statische Informationen wie bspw. die Anlegezeit des Einsatzes und die Adresse des Einsatzorts automatisch an das mobile Datenterminal der Einsatzkräfte im Fahrzeug überspielt. Weitere Informationen



(aktueller Fahrzeugstatus, Zeiten, etc.) werden automatisch übernommen. Im Verlauf des Einsatzes werden die Einsatzkräfte vom Dateninterface durch das prozessorientierte Einbringen relevanter Informationen unterstützt (bspw. mit der Anzahl der freien Verbrennungsbetten in der näheren Umgebung). Hierbei werden die erhobenen Vitalparameter des Patienten aus den verwendeten medizinischen Geräten wie Beatmungsgerät und EKG automatisch übernommen und direkt protokolliert. Bei der Übergabe im Krankenhaus werden die kompletten Patienteninformationen direkt an das Zielkrankenhaus überspielt.

Mit entsprechend durchdachter IT-Unterstützung können laut der Umfrageergebnisse die Behandlungsprozesse in der präklinischen Notfallmedizin deutlich verbessert werden. Durch eine gezielte Befragung weiterer Stakeholder (Ärztliche Leitung Rettungsdienst, Abrechnungsstelle, usw.) würden vermutlich noch weitere Einsatzgebiete einer integrierten Lösung gefunden. Wichtig sind jedoch insbesondere die Schulung der Anwender und die Einbeziehung der Kostenträger sowie die Integration der obigen Einzellösungen in ein Komplettsystem.

## **4 Zusammenfassung und Ausblick**

Im Rahmen dieser Arbeit wurde durch eine Online-Erhebung Anforderungen an ein mobiles Anwendungssystem für die präklinische Notfallmedizin sowie Hintergrundinformationen für den Einsatz erhoben. Aus diesen Anforderungen wurden Artefakte abgeleitet aus denen ein mögliches prototypisches System formuliert wurde. Das durch diese Grundlage resultierende Informationssystem soll die Möglichkeit bieten, die benötigten Daten jederzeit prozessorientiert in den Einsatz einzubringen und damit die Einsatzkräfte wirkungsvoll in ihrer Arbeit zu unterstützen. Neben medizinischen Behandlungsinformationen versorgt es die Einsatzkräfte mit organisatorischen und einsatztaktischen Informationen. Bisher liefert dieser Ansatz nur eine Grundlage für eine weitergehende Forschung und Entwicklung. Zur Weiterentwicklung sind neben zusätzlichen sicherheitsrelevanten Aspekten u.a. noch weitere Arbeiten im Hinblick auf Akzeptanz und Usability im Einsatz erforderlich. Auch müssen weitere Anforderungen in Form von Experteninterviews erhoben sowie detailliertere Beobachtungen zur Fehlerkultur der Einsatzkräfte im Notfalleinsatz durchgeführt werden. Hierdurch ergibt sich jedoch die Chance, eine verbesserte Patientenversorgung und zugleich eine wirtschaftlichere Organisation zu bieten aus der sich insgesamt ein Mehrwert für Patient und Notfallrettung entwickelt.

## 5 Literatur

- [1] Backhaus, C (2010): Usability-Engineering in der Medizintechnik. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [2] Beckers, S (2010): Organisation und Struktur. In: Brockmann, J; Rossaint, R (Hrsg.), *Repetitorium Notfallmedizin*. Springer, Heidelberg.
- [3] Breitschwerdt, R; Thomas, O; Robert, S (2011): Mobile Anwendungssysteme zur Unterstützung ambulanter Pflegedienstleistungen: Anforderungsanalyse und Einsatzpotenziale. *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie* 7(1):Doc04.
- [4] Eysenbach, G (2005): Using the Internet for Surveys and Research. In: Anderson, JG; Aydin, CE (Hrsg.), *Evaluating the Organizational Impact of Healthcare Information Systems*. Springer, New York.
- [5] Hevner, A; March, S; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [6] Kaya, M (2007): Verfahren der Datenerhebung. In: Albers, S; Klapper, D; Konradt, U; Walter, A; Wolf, J (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage*. Gabler, Wiesbaden.
- [7] Skorning, M; Bergrath, S; Brokmann, JC; Rörtgen, D; Beckers, SK; Rossaint, R (2011): Stellenwert und Potenzial der Telemedizin im Rettungsdienst. *Notfall Rettungsmedizin* 14(3):187-191.
- [8] Theuermann, C; Wildner, G; Waldher, F; Muhrer, D; Spindelböck, W; Prause, G (2010): Elektronisches Notfallprotokoll MEDEA in Graz - Einführung und erste Erfahrungen. In: Schreier, G; Hayn, E; Ammenwerth, E (Hrsg.), *Tagungsband der eHealth2010: Health Informatics meets eHealth*. Wien.
- [9] WKWI (1994): Profil der Wirtschaftsinformatik. Ausführungen der Wissenschaftlichen Kommission der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 36(1):80-81.
- [10] Wyatt, JC; Wyatt, SM (2003): When and how to evaluate health information systems? *International Journal of Medical Informatics* 69(2-3):251-259.

# Durchlaufzeiten in der Zentralen Notaufnahme – eine Prinzipal-Agenten-Analyse

**Julia Fernandes, Marcus Müller, Stefan Kirn**

Universität Hohenheim, Institut für Healthcare & Public Management,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 2, 70593 Stuttgart,  
E-Mail: {julia.fernandes | marcus.mueller | stefan.kirn}@uni-hohenheim.de

**Mark Dominik Alscher, Christoph Wasser**

Robert-Bosch-Krankenhaus, Allgemeine Innere Medizin und Nephrologie,  
Auerbachstraße 110, 70376 Stuttgart, E-Mail: {christoph.wasser | dominik.alscher}@rbk.de

## Abstract

Fast die Hälfte (42%) aller Patienten eines Krankenhauses durchläuft die Notaufnahme [31]. Die Reduktion langer Wartezeiten, verursacht u.a. durch Prozessineffizienzen [26], verspricht daher gerade in der Zentralen Notaufnahme (ZNA) besonders hohe Optimierungspotenziale. In der Literatur werden verschiedene Ineffizienzen genannt, z.B. „Verschwinden“ der Patienten in der Radiologie [5] oder social loafing [22]. Der vorliegende Beitrag vermutet Informationsasymmetrien zwischen den beteiligten Akteuren als Ursache. Vorgestellt wird eine Analyse der ZNA mittels der Prinzipal-Agenten-Theorie und das Design einer empirischen Untersuchung zum Nachweis der Reduktion von Informationsasymmetrien und der Durchlaufzeiten durch ein Monitoring System.

## 1 Einleitung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist das sozio-technische System der Zentralen Notaufnahme (ZNA). Die Akteure Verwaltungsleiter, Leiter ZNA, Stationsarzt, Stationsleitung Pflege, Triage-Pflegekraft, Pflegekraft ZNA und Mitarbeiter der Radiologie stehen hierbei in einer Weisungsgeber-Weisungsempfänger Beziehung. Untersucht werden auf ärztlicher Seite die Beziehungen zwischen dem Verwaltungsleiter bzw. Leiter ZNA<sup>1</sup> und dem Stationsarzt und die Beziehungen zwischen dem Stationsarzt und den Ärzten in der Radiologie. Auf Pflegeebene wird die Beziehung zwischen der Stationsleitung Pflege und der Triage-Pflegekraft bzw. der Pflegekraft ZNA in den Behandlungsräumen untersucht.

---

<sup>1</sup> Es wird hier nicht zwischen dem Verwaltungsleiter und dem Leiter ZNA unterschieden, da beide im Wesentlichen dieselben Interessen verfolgen. Eine mögliche Prinzipal-Agenten-Beziehung zwischen diesen beiden wird nicht näher betrachtet.

Die ZNA ist charakterisiert durch (1) Informationsasymmetrien, (2) eine hohe Anzahl an Störungen des Arbeitsablaufs (z.B. eintreffende Notfallpatienten) und (3) opportunistisch handelnde Akteure. Die Informationsasymmetrien stellen sich aufgrund der räumlichen Situation vieler Zentraler Notaufnahmen (abgetrennte Zimmer, verwinkelte Gänge, etc.) und persönlichen Kapazitätsbeschränkungen ein. So ist es den leitenden Kräften (Leiter ZNA, Ärzte, Stationsleitung Pflege) nicht möglich, die ausführenden Kräfte (Stationsarzt, Triage-Pflegekraft, Pflegekraft ZNA) ständig im Blick zu haben. Für den Leiter/Arzt ist es bspw. unmöglich zu erkennen, ob ein Patient, der in der ZNA sitzt, bereits erfasst und triagiert ist oder ob er lediglich aufgrund einer Prozessineffizienz (z.B. aufgrund nicht ausgeführter Arbeiten einer Pflegekraft) wartet.

Ferner ist zu beobachten, dass die Ärzte und Pflegekräfte u.U. opportunistisch handeln und eigene Ziele verfolgen (z.B. Minimierung der Arbeitszeit, Erhöhung der Pausenzeiten), was den Ablauf der notfallmäßigen Patientenbehandlung beeinflusst.

Diese und verwandte Probleme werden durch die Prinzipal-Agenten-Theorie (PAT) beschrieben und analysiert sowie Lösungen gestaltet [14]. Daher legt dieser Beitrag eine Prinzipal-Agenten-Perspektive zu Grunde. Im Vordergrund steht das Problem der Hidden Actions. Diese haben gemäß der PAT drei Ursachen: (1) Unbeobachtbarkeit der Aktionen des Weisungsempfängers durch die Weisungsgeber, (2) Existenz einer externen Störung die es dem Weisungsgeber unmöglich macht, aus dem gelieferten Ergebnis eindeutig auf die Aktionen des Weisungsempfängers rückzuschließen und (3) Zielkonflikte zwischen Weisungsgeber und Weisungsempfänger. Zur Lösung der Hidden Action Problematik bietet die PAT drei Alternativen an – je eine Alternative für eine der Ursachen. (Für 1:) Kontrolle der Leistungen vor Ort: Auflösung des Problems der Unbeobachtbarkeit von Aktionen, d.h. der Leiter der ZNA überträgt die Aufgaben (Behandlung der Patienten) an die Stationsärzte und beobachtet direkt die Ausführung der Aktionen; (Für 2:) Informationssysteme für die Beschaffung von Informationen über Störungen (z.B. Tätigkeitsnachweise, Zeitsysteme [2]): Auflösung des Rückschlussproblems, d.h. der Leiter der ZNA erhält Informationen über das Auftreten von Störungen, z.B. Überfüllung der ZNA und (für 3:) Anreizsetzung: Zielabgleich, z.B. Stationsleitung Pflege bezahlt eine Belohnung an die Triage-Pflegekraft für jeden korrekt triagierten Patienten.

Im medizinischen Kontext sind Anreizsysteme als problematisch zu betrachten. Schwierigkeiten treten sowohl im Bereich der Anreizbasis als auch bei der Wahl des Anreizmittels auf. Es stellt sich die Frage, welche Leistung / welches Ergebnis als Basis für einen Anreiz gelten soll und wie der konkrete Ergebniswert später bestimmt / gemessen werden kann? Die Durchlaufzeit kann zwar bspw. gemessen werden, kann jedoch ohne Verknüpfung mit der medizinischen Qualität der Behandlung nicht als Anreizbasis dienen. Die Bestimmung der medizinischen Qualität als Anreizbasis gestaltet sich jedoch äußerst schwierig. Auch im Bereich des Anreizmittels treten Probleme auf. Monetäre Anreize sind aufgrund der Schwierigkeit der Leistungszuordnung zu einer bestimmten Person nicht möglich. Nicht monetäre Anreize (z.B. Beförderungen) können nur in begrenztem Umfang eingesetzt werden. So ist bspw. die Beförderung nicht an das Erreichen bestimmter Leistungen sondern an bestimmte Berufsqualifikationen (Medizinstudium, fachärztliche Ausbildung, etc.) gebunden.

Der Lösungsansatz Informationssystem liefert Informationen über den Einfluss von Störgrößen bei der Ergebnisproduktion. Informationssysteme im Sinne der PAT sind auf Grund der Aufgabenvielfalt des ärztlichen und pflegerischen Personals und der Vielfalt der Störgrößen (Patientenzahl, Komplikationen etc.) nicht effizient.

Der Lösungsansatz Monitoring-System ermöglicht es dem Prinzipal zu sehen, welchen Status<sup>2</sup> der Patient hat und an welchem Standort sich dieser momentan aufhält. Darüber hinaus kann der Prinzipal Leiter ZNA, der Prinzipal Stationsarzt und der Prinzipal Stationsleitung Pflege die Aktionen ihrer jeweiligen Agenten mit relativ wenig Aufwand beobachten, da die relevanten Daten nahezu in Echtzeit verfügbar sind und ständig aufgezeichnet und automatisiert ausgewertet werden können. Die in der Literatur [1] genannten hohen Kosten, die der Prinzipal für das Monitoring-System aufbringen muss, spielen nur eine untergeordnete Rolle, da die Kosten für das Monitoring-System verglichen mit den vermuteten Effizienzgewinnen überkompensiert werden können. Daher soll im Rahmen dieser Arbeit ein Monitoring-System als Ansatz gewählt werden. Im vorliegenden Beitrag wird die Untersuchung an einer konkreten Instanz [12] durchgeführt. Als Monitoring-System wird das softwarebasierte Visualisierungssystem I-DASH eingesetzt. Im Anwendungsfall Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart dient es dazu, Prozessabläufe in der ZNA zu überwachen (durchschnittliche Zeit zwischen Triage und Erstkontakt Arzt, durchschnittliche Aufenthaltsdauer eines Patienten in der Radiologie, durchschnittliche Zeit zwischen Aufnahme und Triage, Einhaltung der Triagezeit in allen Triage-Kategorien, durchschnittliche Zeit von der Aufnahme bis zur Entlassung). Eine ausführlichere Beschreibung des Anwendungsfalls findet sich in Kapitel 3.

## 2 Stand der Forschung

### 2.1 Wartezeiten in der Zentralen Notaufnahme

Je nach Standort, Größe, Patientenzahl, Gesundheitssystem usw. unterscheiden sich die Wartezeiten von der Triage bis zum ersten Arztkontakt von Krankenhaus zu Krankenhaus zum Teil erheblich. Studien von [17] aus den USA mit 30 Kalifornischen Krankenhäusern und von [23] aus England ergaben, dass die durchschnittliche Wartezeit bis zum ersten Arztkontakt etwa eine Stunde dauert. [16] berichten dagegen von einer durchschnittlichen Wartezeit von 2,3 Stunden von Triage bis zum ersten Arztkontakt (Durchschnitt über die erhobenen Daten). Lange Wartezeiten entstehen insbesondere durch ineffiziente Prozesse. Es sind drei Kategorien von Ineffizienzen zu unterscheiden: Informationsasymmetrien, Opportunismus und Störungen.

Zu Störungen kommt es durch ein hohes Patientenaufkommen, das heißt, zu vielen bereits wartenden Patienten kommen weitere hinzu. Dies führt zur Erhöhung der Wartezeit [21], [5], [22]. Ein Grund für diese Schwierigkeiten ist der Patientenabfluß aus der Notaufnahme auf Grund von Bettenmangel auf den nachgelagerten Stationen [29], [20]. Auch die Personalbesetzung und die Erfahrung der diensthabenden Mitarbeiter spielt hier eine Rolle. Ineffizienzen durch Informationsasymmetrien treten u.a. am Flaschenhals Radiologie auf [5]. So etwa durch architektonisch ungeschickt angeordnete Triage-Räumlichkeiten oder da

---

<sup>2</sup> z.B. ist Patient schon triagiert, der Patient ist gerade im Röntgen oder er sitzt noch im Warteraum

das zuständige Personal erst zu spät mitbekommt, dass Behandlungsergebnisse nun verfügbar sind [20]. Unter die Kategorie Ineffizienzen verursacht durch Opportunismus fällt das Problem des social loafing welches vor allem in größeren Notaufnahmen auftritt, wenn die Leistung des Einzelnen nicht mehr messbar ist. Der Arzt lässt sich für den einzelnen Patienten eventuell mehr Zeit und dadurch entstehen längere Wartezeiten [22].

In der Literatur gibt es vielfältige Ansätze, wie man diese Wartezeiten und somit auch die Durchlaufzeit reduzieren kann. Die Literaturrecherche ergab, dass bisher versucht wurde insbesondere über Prozessverbesserungen die Wartezeit bzw. die Durchlaufzeit zu verkürzen. So berichten [25], [27] und [18], wie durch Einrichtung eines Fast Track Zeit eingespart werden kann. [3] bilden weitere Kategorien – komplex, medium und Fast Track. Ähnliches berichten [10]. Sie konnten die Wartezeiten in der Notaufnahme reduzieren indem sie die Nicht-Notfall Patienten und diejenigen, die zu Nachuntersuchungen kamen in einem gesonderten Bereich (Satellite Clinic) behandeln. Weitere Zeiteinsparungen konnten dadurch erreicht werden, dass Patienten sofort in ein Bett gelegt wurden und die Registrierung erst dann durchgeführt wurde [28]. Eine Optimierung bei der Triage konnte erreicht werden, indem diese durch einen Arzt oder eine erfahrene Pflegekraft durchgeführt wurde [30].

Diese Lösungsansätze konzentrieren sich auf Strategien der Warteschlangentheorie. Die in diesem Beitrag herausgearbeiteten Ursachen für Ineffizienzen (Informationsasymmetrien, Störungen und Opportunismus) werden bislang nicht adressiert.

## 2.2 Informations- und Kommunikationssysteme in der Notaufnahme

Studien zeigen, dass auch durch den Einsatz von Informationstechnik in der Notaufnahme Effizienzgewinne erreicht werden können. [34] hat hierzu eine Liste für die Jahre 1966 bis 2008 aus der MEDLINE Datenbank erstellt. Bei fast allen Studien handelt es sich um Fallstudien zum elektronischen Patienten Tracking. In nur einer Studie konnten die Ergebnisse quantifiziert werden [6]. Seit 2008 ist der Einsatz von elektronischen Whiteboard-Systemen in der Notaufnahme in den Fokus gerückt. Ziel ist die bessere Beobachtung der Aktionen der Agenten und der Störgrößen in der Notaufnahme. [11] beschreiben, dass durch Einsatz eines elektronischen Whiteboards die Kommunikation mit den Mitarbeitern und Patienten positiv beeinflusst wird. [8], [33] weisen darauf hin, dass auch der Patientenfluss verbessert werden konnte. Auch in diesem Bereich liefern die betrachteten Studien keine quantifizierbaren Ergebnisse. Im Vergleich zu nicht elektronischen Whiteboards bietet das elektronische Whiteboard den Vorteil, dass die Daten über den Status der Notaufnahme immer aktuell sind und, dass man, sofern weitere Computer mit der entsprechenden Software verfügbar sind, von überall und immer den Status der Notaufnahme einsehen kann [13]. Über Whiteboards in der Notaufnahme können in der Regel eine Reihe von weiteren Informationen eingesehen werden – Status von Anordnungen durch den Arzt, Veränderungen über den Aufenthaltsort des Patienten, Informationen über neu ankommende Patienten [24]. Bei den Whiteboard-Systemen handelt es sich primär um softwaregestützte Systeme, die den Status des Patienten darstellen, also um Monitoring-Systeme, welche die bereits am Patienten durchgeführten Aktionen überwachen.

Bei den eingesetzten elektronischen Whiteboard Systemen handelt es sich meist um ein Äquivalent zu den nicht elektronischen. D.h. beide stellen die Patienteninformationen in tabellarischer Form dar [7], [24], [4]. [32] beschreibt jedoch in dem Grundlagenpapier zur Cognitive Fit Theorie, dass für die Lösung von räumlichen Aufgaben eine graphische

Darstellung besser geeignet ist als eine tabellarische. Elektronische Whiteboards, welche einen Raumplan zur Informationsdarstellung nutzen, sind in der Literatur aber bisher nicht beschrieben.

Es konnten bisher keine Ansätze zur Verbesserung der Wartezeit gefunden werden, die speziell Computerized Whiteboard Systeme oder allgemein Informations- und Kommunikationstechnik als Monitoring-Systeme zur besseren Beobachtung von Agentenverhalten einsetzen. [9] haben in einem Experiment gezeigt, dass durch Monitoring ein höheres Anstrengungsniveau des Agenten erreicht werden kann. [19] zeigen, dass für unterschiedliche Kontexte unterschiedliche Monitoringaktivitäten geeignet sind. So kann der Projekterfolg durch Monitoring der Einhaltung von Plänen oder durch Informationsaustausch in Meetings erreicht werden. Andere Maßnahmen, wie Übertragung von Verantwortung können Anstrengungsaversionen (u.a. informeller Austausch, spielen, viele Pausen) nicht reduzieren. Es konnte jedoch auch nicht festgestellt werden, dass sich diese Anstrengungsaversionen negativ auf den Projekterfolg auswirkt. Die Autoren vermuten, dass sich der informelle Austausch positiv auf das Betriebsklima auswirkt und so auch auftretende Probleme schnell beseitigt werden können. Ob im Kontext des Projekts durch Monitoring des Verhaltens der Agenten, über eine Informations- und Kommunikationssystem, die Warte- bzw. Durchlaufzeit verkürzt werden kann, soll für die Notaufnahme im Robert-Bosch-Krankenhaus überprüft werden. Monitoring soll hier durch Echtzeitbeobachtung des Verhaltens der Agenten durchgeführt werden. Der Prinzipal kann also beobachten bzw. besser nachvollziehen, wie schnell und/oder effizient sein Agent arbeitet.

### **3 Prinzipal-Agenten-Analyse der Zentralen Notaufnahme im RBK**

#### **3.1 Case Study**

Das Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart ist ein privates Klinikum mit 835 Betten und ca. 40.000 Fällen pro Jahr. Im interdisziplinären Notaufnahmезentrum werden pro Jahr etwa 29.000 Patienten behandelt. An Werktagen liegt das Patientenaufkommen pro Tag zwischen 78 und 88 Patienten, an Wochenenden bei 66 (Samstag) bzw. 67 (Sonntag) Patienten. Das stärkste Patientenaufkommen ist vormittags zu beobachten. Der Anteil der nicht planbaren Notfallpatienten beträgt werktags im Schnitt 50%, am Wochenende 89% (Daten von 2010). Die behandelten Notfälle reichen von kleineren Schnitt- oder Brandverletzungen bis hin zu Polytraumata, Herzinfarkten oder Schlaganfällen.

In der ZNA werden 23,5 Vollkräfte Pflege (inklusive Triage-Pflegekräfte) und 7 Stationsärzte beschäftigt. In der Radiologie arbeiten 18 Ärzte. Die Radiologie ist eine von der ZNA separierte Organisationseinheit mit eigenem Leiter und einer eigenen Ressourcen- und Zeitplanung. Des Weiteren werden ein Leiter der ZNA und eine Stationsleitung Pflege beschäftigt. Der Leiter der ZNA ist dem Direktorium gegenüber verantwortlich. Seine Leistung wird an der Effizienz der ZNA (Patientendurchsatz und Kosten) gemessen. Der Leiter ZNA ist daher an einer Reduktion der durchschnittlichen Zeit von Aufnahme bis Entlassung interessiert. Die Stationsleitung ist dem Direktorium gegenüber ebenfalls verantwortlich für den Patientendurchsatz. Für die Stationsleitung ist die Reduktion der durchschnittlichen Zeit zwischen Aufnahme und Triage entscheidend. Die Stationsärzte sind verantwortlich für die medizinische Behandlung der Patienten. Dies ist nur möglich, wenn

zwischen Triage und Erstkontakt möglichst wenig Zeit vergeht und wenn die Radiologie zeitnah die Befunde zuliefert. Alle beteiligten Akteure werden monatlich fix entlohnt.

Die ZNA besteht aus zwei getrennten Warteräumen. Beide Warteräume liegen ca. 10 Meter voneinander entfernt und sind nicht einsehbar. Die administrative Aufnahme erfolgt in einem der beiden Warteräume. Zusätzlich befinden sich in jedem der acht Behandlungsräume weitere Wartegelegenheiten; die Radiologie verfügt über einen weiteren Warteraum. Die Patienten sind demnach auf bis zu elf Räumen verteilt. Die ZNA verfügt über drei Arzt-/Pflegerzimmer in denen administrative Nebentätigkeiten (Korrespondenz, Patientenübergaben, Dokumentationen, ...) durchgeführt werden sowie über einen Pausenraum. Die Ärzte und Pflegekräfte sind demnach in bis zu 15 Räumen verteilt. Die Aufenthaltsorte von Ärzten, Pflegekräften und Patienten wechseln ständig. Die beiden Büros des Leiters der ZNA und der Stationsleitung Pflege lassen keinen direkten Einblick in die übrigen Räume zu. Die Radiologie befindet sich ca. 20 Meter entfernt von der ZNA und ist von dort aus nicht einsehbar.

Derzeit beträgt die durchschnittliche Durchlaufzeit eines Patienten ca. drei Stunden.

### 3.2 Prinzipal-Agenten-Modell der Zentralen Notaufnahme im RBK

Bild 1 stellt das Wertschöpfungssystem der ZNA des RBK mit den Akteuren, ihren Verantwortlichkeiten, den sie interessierenden Größen und ihrer Ziele dar. Akteure unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen stehen in Prinzipal-Agenten-Beziehungen. Ein Prinzipal-Agenten-Modell umfasst Aktionen, Ergebnisse und Ziele der Akteure [13]. Im Folgenden wird die ZNA als Menge von Prinzipal-Agenten-Beziehungen dargestellt.

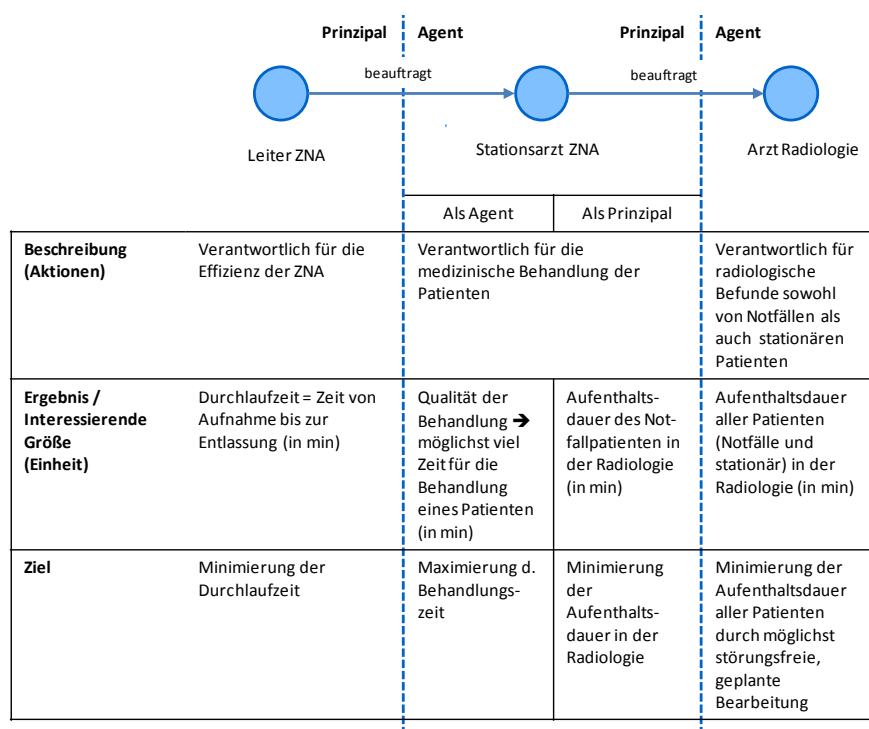
Die Akteure (Knoten im Modell in Bild 1) stehen bei Ihrer Ergebnisproduktion (Messung: Zeiten in Minuten) in medizinfachlichen inter- und intraprozessualen Abhängigkeiten (Kanten im Modell in Bild 1). Der Leiter ZNA beauftragt den Stationsarzt ZNA mit dem Behandlungsprozess. Die den Leiter ZNA interessierende Durchlaufzeit ist abhängig von der Behandlungszeit des Stationsarztes ZNA. Der Stationsarzt ZNA beauftragt den Arzt Radiologie mit der bildgebenden Diagnostik und ist daher abhängig von der Aufenthaltsdauer eines Patienten in der Radiologie. Die Stationsleitung Pflege beauftragt die Triage Pflegekraft ZNA mit der Durchführung der Triage. Die die Stationsleitung Pflege interessierende Triagezeit ist abhängig von der Arbeitsgeschwindigkeit der Triage Pflegekraft ZNA. Die Stationsleitung Pflege beauftragt die Pflegekraft ZNA mit der Durchführung vorbereitender Maßnahmen. Die die Stationsleitung Pflege interessierende Zeit zwischen Triage und Erstkontakt Arzt ist abhängig von der Arbeitsgeschwindigkeit der Pflegekraft ZNA.

#### *Leiter ZNA (Prinzipal) – Stationsarzt (Agent)*

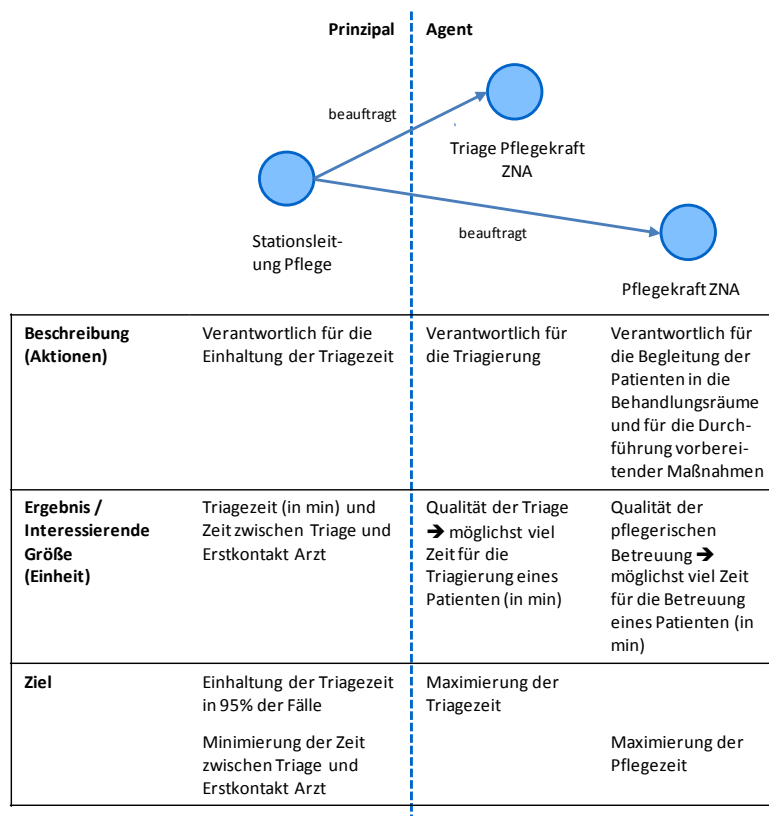
Der Leiter der ZNA ist verantwortlich für die Effizienz der ZNA. Die ihn interessierende Größe ist die Durchlaufzeit. Ziel des Leiters der ZNA ist die Minimierung der Durchlaufzeit. Der Stationsarzt ist verantwortlich für die medizinische Behandlung der Patienten. Als Agent interessiert ihn die Zeit, die er für die Behandlung eines Patienten zur Verfügung hat. Sein Ziel ist es, diese Behandlungszeit zu Maximieren. Da der Leiter ZNA in seinem Ziel von der Behandlungszeit anhängt, besteht ein Zielkonflikt zwischen beiden Akteuren. Die Überwachung des Stationsarztes erfolgt bislang stichprobenartig. Durch mehrmalige, tägliche Gänge durch die ZNA und Sichtung der Daten zu Patientenzahlen, deren Triage



und Dauer der Anwesenheit versucht der Leiter ZNA die tägliche Arbeitsbelastung der Ärzte und Pflegekräfte abzuschätzen. Aufgrund der Fülle an zu verarbeitenden Informationen ist dies aber zeitintensiv und ineffizient.



**Bild 1a: Wertschöpfungssystem ärztlicher Bereich**



**Bild 1b: Wertschöpfungssystem Pflegebereich**

*Stationsarzt (Prinzipal) – Arzt Radiologie (Agent)*

Der Stationsarzt ist verantwortlich für die medizinische Behandlung der Patienten. Als Prinzipal interessiert ihn die Aufenthaltsdauer des Notfallpatienten in der Radiologie. Ziel ist die Minimierung dieser Aufenthaltsdauer. Der Arzt Radiologie ist verantwortlich für die radiologischen Befunde, sowohl für Notfallpatienten als auch für (eingeplante) stationäre Patienten. Ihn interessiert die Aufenthaltsdauer aller Patienten in der Radiologie. Ziel ist die Minimierung dieser Aufenthaltsdauer durch möglichst störungsfreie, geplante Bearbeitung. Die radiologische Untersuchung unvorhersehbarer Notfallpatienten wirkt diesem Ziel entgegen. Zwischen Stationsarzt und Arzt Radiologie besteht ein Zielkonflikt. Aufgrund der räumlichen und organisatorischen Trennung von ZNA und Radiologie kann der Stationsarzt den Arzt Radiologie bei der Planung und Abarbeitung der Fälle nicht überwachen.

*Stationsleitung Pflege (Prinzipal) – Triage Pflegekraft (Agent)*

Die Stationsleitung Pflege ist verantwortlich für Einhaltung der Triagezeit. Die interessierende Größe ist demnach die Triagezeit. Ziel ist die Einhaltung der Triagezeit nach dem Manchester Triagesystem in allen Patientenkategorien in 95% der Fälle. Die Triage Pflegekraft ist verantwortlich für die Triage. Die sie interessierende Größe ist die Qualität der Triage. Dies kann die Triage Pflegekraft ZNA erreichen indem sie möglichst viel Zeit für die Triage aufwendet. Da die Einhaltung der vorgegebenen Triagezeit von der Geschwindigkeit der Triage Pflegekraft abhängt besteht ein Zielkonflikt zwischen Stationsleitung Pflege und der Triage Pflegekraft. Aufgrund der räumlichen Situation kann die Stationsleitung Pflege die Triage Pflegekraft bei der Triage nicht überwachen.

*Stationsleitung Pflege (Prinzipal) – Pflegekraft ZNA (Agent)*

Die Stationsleitung Pflege ist verantwortlich für die Einhaltung der Zeitvorgaben nach Manchester Triagesystem. Die interessierende Größe ist die Zeit zwischen Triage und Erstkontakt Arzt. Ziel ist die Minimierung dieser Zeit. Die Pflegekraft ZNA ist verantwortlich für die Begleitung der Patienten in die Behandlungsräume und für die Durchführung vorbereitender Maßnahmen. Die interessierende Größe ist die Qualität der pflegerischen Betreuung. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Pflegekraft ZNA möglichst viel Zeit für die Betreuung eines Patienten aufwendet. Ziel der Pflegekraft ZNA ist demnach die Maximierung der Pflegezeit. Die Zeit zwischen Triage und Erstkontakt Arzt ist abhängig von der Betreuungszeit der Pflegekraft ZNA für einen Patienten. Zwischen Stationsleitung Pflege und Pflegekraft ZNA besteht somit ein Zielkonflikt. Aufgrund der räumlichen Situation kann die Stationsleitung Pflege die Pflegekraft ZNA bei der Patientenbetreuung nicht überwachen.

In allen diesen Beziehungen innerhalb des Wertschöpfungssystems können die Aktionen des beauftragten Agenten durch den Prinzipal nicht, nicht ausreichend oder nur mit hohem Aufwand beobachtet werden. Ferner bestehen in allen Beziehungen Zielkonflikte. Aufgrund dieser Unbeobachtbarkeit und Zielkonflikte entstehen gemäß der PAT Hidden Actions. Vermutet wird, dass diese theoretische Kausalität auch Ursache für zu lange Durchlaufzeiten im RBK ist. Sollte dies zutreffen, so kann ein Monitoring-System – als Lösungsansatz gemäß der PAT – dazu beitragen die Durchlaufzeiten zu reduzieren. Dies soll mittels einer zukünftigen empirischen Untersuchung bewiesen werden.

### 3.3 Lösungsansatz: I-DASH als Monitoring-System im RBK

Zur Lösung der Hidden Action Problematik setzt die Prinzipal-Agenten-Theorie auf die Einführung von Monitoringsystemen zur Überwachung der Aktionen der Agenten durch den Prinzipal. Die Arbeiten zu Monitoringsystemen, die sich in der ökonomischen Literatur finden lassen bleiben jedoch stets die konkrete (technische) Ausgestaltung solcher Systeme schuldig. Doch gerade (technische) Informations- und Kommunikationssysteme könnten dazu eingesetzt werden, das Monitoring der Agenten effizient durchzuführen [15]. Bei dem im Rahmen dieser Arbeit zum Zwecke des Monitorings der Agenten eingesetzten Informations- und Kommunikationssystem handelt es sich um I-DASH der Firma Magrathea. Anhand der konkreten Instanz soll untersucht werden, ob ein Dashboard-System für die Überwachung der Aktionen der Agenten im RBK eingesetzt werden kann.



**Bild 2:** Screenshot I-DASH

Dargestellt werden die Räume mit der jeweiligen Belegung (s. Bild 2). Die Icons in den Zimmern stellen die anwesenden Patienten dar. Die Icons enthalten eine Reihe von weiteren Informationen. Als Zahlen werden bisherige Aufenthaltsdauer und die Zeitspanne bis der Erstkontakt mit dem Arzt erfolgen muss dargestellt. Durch farbliche Markierungen lässt sich erkennen, wie der Patient triagiert ist, welches Geschlecht ein Patient hat, welcher Fachrichtung er zugeordnet ist, ob der Erstkontakt mit dem Arzt schon stattgefunden hat und, ob er infektiös ist. Weitere Daten können dann durch Doppelklick auf den Patienten abgerufen werden – voller Name, Alter, Leitsymptome, Zeitpunkt der Aufnahme, durchgeführte Maßnahmen (Transport, Monitor, EKG etc.), Aufenthaltsdauer in der Radiologie, Entlassungszeitpunkt und Verlauf der Behandlung.

### 3.4 Untersuchungsdesign und erwartete Ergebnisse

Die Untersuchung wird als Trendstudie (Längsschnittstudie mit verschiedenen Stichproben) in der Zentralen Notaufnahme des Robert-Bosch-Krankenhauses in Stuttgart durchgeführt. In den Zeiträumen 02. – 29.09 2010 und 01. 09 – 01. 10 2011 werden für die Werktage Montag bis Freitag von 8 Uhr bis 20 Uhr die Daten für alle in der Notaufnahme eingetroffenen Patienten ausgewertet. Es wird jeweils die durchschnittliche Durchlaufzeit (in Minuten) der Teilprozesse Aufnahme bis Triage, Triage bis Erstkontakt Arzt, Ankunft bis Entlassung aus

der Radiologie und die Häufigkeit der Einhaltung der Triagezeiten vor und nach dem Treatment (Einführung von I-DASH) miteinander verglichen. Den Akteuren war nicht bekannt, dass sie an einer Studie teilnehmen.

Die Arbeitshypothese „Ein verstärktes Monitoring der Agenten verbessert die Durchlaufzeiten durch die ZNA signifikant“ wird in mehrere Hypothesen (H1 bis H5) unterteilt: *Durch Einführung eines Monitoring-Systems wird...*

H1: die durchschnittliche Zeit zwischen Triage und Erstkontakt Arzt signifikant reduziert

H2: die durchschnittliche Aufenthaltsdauer eines Patienten in der Radiologie signifikant reduziert

H3: die durchschnittliche Zeit zwischen Aufnahme und Triage signifikant reduziert

H4: die Triagezeit in allen Kategorien zu 95% eingehalten

H5: die durchschnittliche Zeit von der Aufnahme bis zur Entlassung signifikant reduziert

Die Hypothesen sollen in einer Beobachtungsstudie überprüft werden. Hierfür werden die handschriftliche Pflegedokumentation (vor Einführung von I-DASH) und die in I-DASH dokumentierten Daten ausgewertet. Es werden alle triagierten Patienten eingeschlossen.

## 4 Zusammenfassung und zukünftige Arbeiten

Beim vorliegenden Beitrag handelt es sich um eine Analyse der ZNA mittels der Prinzipal-Agenten-Theorie. Untersucht werden die Beziehungen zwischen den beteiligten Akteuren im Wertschöpfungssystem der ZNA – dem Leiter der ZNA, dem Stationsarzt ZNA und dem Arzt in der Radiologie und die Beziehungen zwischen der Stationsleitung Pflege und der Triage Pflegekraft bzw. der Pflegekraft in der ZNA. Es wird eine Skizzierung des Designs einer empirischen Untersuchung zum Nachweis der Reduktion von Informationsasymmetrien und Durchlaufzeiten durch die ZNA mit Hilfe des Monitoring-Systems I-DASH vorgenommen. Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um „research in progress“. Die weitere Forschungsarbeit umfasst eine Beobachtungsstudie und die Evaluation der Ergebnisse.

## 5 Literatur

- [1] Alparslan, A. (2006): Strukturalistische Prinzipal-Agenten-Theorie. Gabler, Wiesbaden.
- [2] Petersen, T (1989): Optimale Anreizsysteme: Betriebswirtschaftliche Implikationen der Prinzipal-Agenten-Theorie. Gabler, Wiesbaden.
- [3] Woodward, GA; Godt, L; Girard, M; Fisher, K; Feeley, MD; Bouché, B (2007): Children's hospital and regional medical center emergency department patient flow – rapid process improvement (RPI). In: Chalice, R (Hrsg.), Improving Healthcare Quality Using Toyota Lean Production Methods: 46 Steps for Improvement.
- [4] Abujudeh, HH; Kaewlai, R; Kods, SE; Hamill, MA (2010): Technical report: Improving quality of communications in emergency radiology with a computerized whiteboard system. Clinical Radiology 65(1):56-62.

- [5] Andersson, G; Karlberg, I (2001): Lack of integration, and seasonal variations in demand explained performance problems and waiting times for patients at emergency departments: a 3 years evaluation of the shift of responsibility between primary and secondary care by closure of two acute hospitals. *Health Policy* 55(3):187-207.
- [6] Boger, E. (2003): Electronic tracking board reduces ED patient length of stay at Indiana Hospital. *Journal of Emergency Nursing* 29(1):39-43.
- [7] Bjørn, P; Hertzum, M (2011): Artefactual Multiplicity: A Study of Emergency Department Whiteboards. *Computer Supported Cooperative work* 20(1&2):93-121.
- [8] Cheboyer W; Wallen, K; Wallis, M; McMurray, AM (2009): Whiteboards: one tool to improve patient flow. *Medical Journal of Australia*, 190(11):137-140.
- [9] Dickinson D; Villeval MC (2008): Does Monitoring Decrease Work Effort? The Complementary Between Agency and Crowding-Out Theories. *Games and Economic Behavior* 63: 56-76.
- [10] Finamore, SR; Turris, SA (2009): Shortening the Wait: A Strategy to Reduce Waiting Times in the Emergency Department. *Journal of Emergency Nursing*, 35(6):509-514.
- [11] France, D; Levin, S; Hemphill, R; Chen, K; Rickard, D; Makowski, R; Jones, I; Aronsky, D (2005): Emergency physicians' behaviors and workload in the presence of an electronic whiteboard. *International Journal of Medical Informatics* 74(10):827-837.
- [12] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [13] Hertzum, M (2011): Electronic emergency-department whiteboards: A study of clinicians' expectations and experiences. *International Journal of Medical Informatics* 80(9):618-630.
- [14] Jensen MC; Meckling WH (1976): Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics* 3(4):305-360.
- [15] Kohli R; Kettinger WJ (2004): Informating the clan: controlling physicians' costs and outcomes, *MIS Quarterly* 28(3):363-394.
- [16] Kyriacou, DN; Ricketts, V; Dyne, PL; McCollough, MD; Talan, DA (1999): A 5-Year Time Study Analysis of Emergency Department Patient Care Efficiency. *Annals of Emergency Medicine* 34(3):326-335.
- [17] Lambe, S; Washington, DL.; Fink, A; Laouri, M; Liu, H; Scura Fosse, J; Brook, Robert H.; Asch, SM (2003): Waiting times in California's emergency departments. *Annals of Emergency Medicine* 41(1):35-44.
- [18] Leraci, S; Digiusto, E; Sonntag, P; Dann, L; Fox, D (2008): Streaming by case complexity: evaluation of a model for emergency department Fast Track. *Emergency Medicine Australasia* 20(3):241-249.
- [19] Mahaney, RC; Lederer, AL (2010): The role of monitoring and shirking in information systems project management. *International Journal of Project Management* 28(1):14-25.

- [20] Martin, M; Champion, R; Kinsman, L; Masman, K (2011): Mapping patient flow in a regional Australian emergency department: A model driven approach. *International Emergency Nursing* 19(2):75-85.
- [21] McCarthy, ML.; Zeger, SL.; Ding, R; Levin, SR; Desmond, JS.; Lee, J; Aronsky, D (2009): Crowding Delays Treatment and Lengthens Emergency Department Length of Stay, Even Among High-Acuity Patients. *Annals of Emergency Medicine* 54(4):492-503.
- [22] Morton, A; Bevan, G (2008): What's in a wait?: Contrasting management science and economic perspectives on waiting for emergency care. *Health Policy* 85(2):207-217.
- [23] Paine, S (1994): A report of the findings of a 1-year study of the waiting times among patients attending an Accident and Emergency department. *Accident and Emergency Nursing* 2(3):130-133.
- [24] Patterson, ES.; Rogers, ML.; Tomolo, AM.; Wears, RL.; Tsevat, J (2010): Comparison of extent of use, information accuracy, and functions for manual and electronic patient status boards. *International Journal of Medical Informatics* 79(12) 817-823.
- [25] Sanchez, M; Smally, AJ; Grant, RJ; Jacobs LM (2006): Effects of a fast-track area on emergency department performance. *The Journal of Emergency Medicine* 31(1): 117-120.
- [26] Schellein, O; Ludwig-Pistor, F; Bremerich, DH (2009): „Manchester Triage-System“ Prozessoptimierung in der interdisziplinären Notaufnahme. *Anaesthesist* 58(2):163-170.
- [27] Schooley J (2008): No longer waiting for answers: hospital's process changes inspire new workplace culture. *Quality Progress* 41: 34-39.
- [28] Spaite DW; Batholomeaux F; Guisto J; Lindberg, E; Hull, B; Eyherabide, A; Lanyon, S; Criss, EA; Valenzuela, TD; Conroy, C (2002): Rapid process redesign in a university-based emergency department: decreasing waiting time intervals and improving patient satisfaction. *Annals of Emergency Medicine* 39(2):168-177.
- [29] Steele, R; Kiss, A (2008): EMDOC (Emergency Department Overcrowding) Internet-Based Safety Net Research. *Journal of Emergency Medicine* 35(1):101-107.
- [30] Terris, J; Leman, P; O'Connor N; Wood R. (2004): Making an IMPACT on emergency department flow: improving patient processing assisted by consultant at triage. *Emergency Medicine Journal* 21(5):537-541.
- [31] U.S. Department of Health and Human Services (2006): National Hospital Discharge Survey: 2006 Annual Summary.
- [32] Vessey, I (1991): Cognitive Fit: A Theory-Based Analysis of the Graphs Versus Tables Literature. *Decision Science*, 22(2):219-240.
- [33] Vezyridis, P; Timmons, S; Wharrad, H (2011): Going paperless at the emergency department: A socio-technical study of an information system for patient tracking. *International Journal of Medical Informatics* 80(7):455-465.
- [34] Wiler, JL; Gentle, C; Halfpenny, JM; Heins, A; Mehrotra, A; Mikhail, MG; Fite, D (2010): Optimizing Emergency Department Front-End Operations. *Annals of Emergency Medicine* 55(2):142-160.

# **Defi Now! – Entwicklung eines mobilen Clients zur Community-basierten Bereitstellung von Defibrillatorstandorten**

**J. Felix Hampe**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
56070 Koblenz, E-Mail: hampe@uni-koblenz.de

**Stefan Stein**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
56070 Koblenz, E-Mail: stein@uni-koblenz.de

## **Abstract**

Wenngleich die Zahl der öffentlichen wie privaten Defibrillatoren in den letzten Jahren in vielen Ländern eine erfreuliche Verbreitung fand, blieb bislang das Auffinden eines solchen Geräts im Notfall oft schwierig. Im vorliegenden Beitrag wird ein mobiler Dienst vorgestellt, der mittels handelsüblicher Smartphones eine Unterstützung für das korrekte Verhalten im Notfall sowie Informationen zu AED-Standorten (AED = Automatisierter externer Defibrillator) in der Umgebung nebst Navigation liefert. Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen Statusbericht eines laufenden non-profit Projekts aus dem Bereich Mobile Health Care, für den der konzeptionelle wie technische Beitrag der Wirtschaftsinformatik nachgewiesen wird.

## **1 Einführung und Motivation**

Seit Jahren ist in den Industrieländern ein erschreckendes Wachstum koronarer Herz-erkrankungen zu verzeichnen (cf. [36, 37]), von denen eine signifikante Anzahl durch einen ausgelösten Herz-Kreislauf-Stillstand zum Tod führt, da Rettungskräfte nicht schnell genug den Patienten durch Sofortmaßnahmen reanimieren können. Die Statistiken dazu belegen, dass es sich beim plötzlichen Herztillstand um die häufigste Todesursache handelt; rechnerisch verstirbt alle vier Minuten ein Mensch in Deutschland daran (vgl. [8, 27-29]). Im Falle eines plötzlichen Herztillstandes wird von einer zehnpromzentigen Abnahme der Überlebenswahrscheinlichkeit nach jeder Minute ohne medizinische Intervention ausgegangen, was die hohe Relevanz schnell eingeleiteter Rettungsmaßnahmen anzeigt. Eine wirksame Herzmassage sowie Beatmung kommt dabei die primäre Bedeutung zu, gefolgt vom möglichen Defibrillatoreinsatz (cf. [3], [7], [38]).

Das Herzinfarktrisiko ist nicht auf eine spezifische Altersgruppe beschränkt, es erhöht sich mit den vielfältigen Formen ungesunder Lebensweisen. Zahlreiche Kampagnen zur Prävention durch Fach- und Gemeindienstorganisationen bemühen sich seit Jahren um breite Aufklärung. Zudem wurden zahlreich Geräte an öffentlichen wie privaten Orten aufgestellt, die als Automatische Externe Defibrillatoren (AED) bezeichnet werden, um medizinischen Laien in Kombination mit Wiederbelebensmaßnahmen (eben der Herzmassage und Beatmung) bei der Lebensrettung zu unterstützen. AEDs existieren als zahlreiche Produkte verschiedener Anbieter zu unterschiedlichen Einstandspreisen und mit differenzierten Wartungsmodellen (z.B. [35]). Einen leicht zugänglichen Überblick über deren Anwendung im Notfall sowie Erfahrungen mit Laien bei der Simulation von Notfällen geben z.B. Videos (vgl. die Sammlung auf <http://www.definow.org>).

Tatsächlich tritt aber in vielen realen Situationen die Frage auf, wie denn der räumlich nächstgelegene, tatsächlich zugängliche AED ermittelt werden kann? Motivation für die Entwicklung des mobilen Mehrwertdienstes Defi Now! im Rahmen eines Forschungsprojekts eines deutschen Wirtschaftsinformatikinstituts war ein solcher Vorfall in 2009 in einem Konferenzraum des Hauptbahnhof Frankfurt/Main, bei dem am Ende einer Arbeitssitzung eine Teilnehmerin zusammenbrach und ein zufällig teilnehmender Arzt die Wiederbelebensmaßnahmen vornahm. Mehr als 15 weitere hilfswillige medizinische Laien waren vor Ort. Eine unmittelbare Alarmierung des Rettungsdienstes mit genauer Orts- und Situationsbeschreibung erfolgte, dennoch dauerte deren Eintreffen ca. 15 Minuten. Entgegen den präzisen Ortsangaben wurde der Bahnhof von der entferntesten Seite angefahren. Zu der initial mitgebrachten Ausrüstung des Notarztteams gehörte kein Defibrillator, er musste nachträglich geholt werden. Zudem war aber auch für keinen der hilfsbereiten Sitzungsteilnehmer trotz z.T. hochmodernen Mobilkommunikationsgeräten zu ermitteln, wo sich der nächste AED in diesem ausgedehnten Areal des Hauptbahnhofes befindet. Örtliches, nicht-medizinisches Bahnhofspersonal traf erst lange nach dem Notarzt ein und bemängelte lediglich, nicht früher informiert worden zu sein. Zusammenfassend muss konstatiert werden, dass die für Ballungszentren in Deutschland angestrebte Notfallversorgung von unter 8 Minuten [30] bei weitem nicht eingehalten wurde. Glücklicherweise überlebte die Patientin dennoch ohne Folgeschäden.

Diese Erfahrungen sowie Gespräche mit zahlreichen Medizinern, darunter insbesondere Notfallspezialisten aus der Kardiologie, gingen in die Konzeptionsphase für die Entwicklung des Prototypen für einen mobilen Dienst ein, der im Folgenden beschrieben wird. Diese Experten begleiteten auch als Ratgeber den weiteren Projektverlauf. Die Autoren dieses Beitrags waren maßgeblich an der Konzeption, Entwicklung sowie den ersten Tests der Applikation beteiligt.

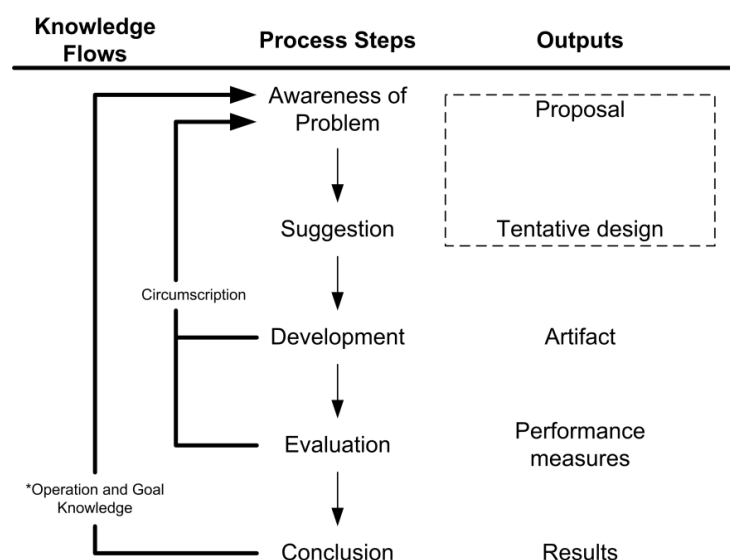
Mit der seit 2009 fortgeschriebenen Anforderungsanalyse wurden ab 2010 Prototypversionen implementiert, getestet und distribuiert. Sowohl auf die Anforderungsanalyse als auch auf die ersten Erfahrungen mit den frühen Prototypen wird im Folgenden wiederkehrend Bezug genommen [15, 16]. Die technischen Zusammenhänge dieser und der nachfolgenden Entwicklungsphasen werden im Abschnitt 4 erläutert. Zuvor wird jedoch zunächst im Abschnitt 2 auf die zugrunde gelegte wissenschaftliche Methodik eingegangen sowie in Kapitel 3 auf verwandte Arbeiten sowie ausgewählte Literatur verwiesen. Der letzte Abschnitt gibt einen Ausblick auf laufende und zukünftige Forschungen in diesem Themenbereich.



## 2 Forschungsansatz

Seit einigen Jahren findet sich eine breite Diskussion zum Design Research (für einen Überblick siehe [31]). Dieser Forschungsansatz wird in der deutschsprachigen Wissenschaftsgemeinde auch als gestaltungsorientierte Forschung bezeichnet [10, 22, 32]. Bild 1 und die nachfolgenden Ausführungen erläutern, worin das gewählte Vorgehen besteht. Aus Sicht der Autoren bietet das vorliegend beschriebene, mehrstufige Projekt ein sehr passendes Beispiel für die Eignung dieses Ansatzes in der Wirtschaftsinformatik.

Ausgangspunkt der Forschung ist stets ein Bedarf für eine Lösung eines allgemeinen Problems, in unserem Falle also das lebensrettende Auffinden eines AED (*awareness*). Die erste Lösungsskizze auf Basis einer Anforderungsanalyse nebst Konzeption (*suggestion*) führt dann zu einer Prototypentwicklung (*development*). Das entstehende Artefakt ist i.d.R. einer soliden, realweltlichen Evaluation zu unterwerfen. Im AED-Kontext ist dies offensichtlich schwierig, da hinreichende Fallzahlen kaum zu ermitteln sind. Gleichwohl lassen sich Aspekte zum User Interface Design mit Probanden in einer Simulationsumgebung untersuchen, die dann zu einem Re-Design im nächsten Entwicklungszyklus führen sollten (*operation & goal knowledge*).



**Bild 1:** Design Research Cycle and Output (nach V. Vaishnavi und W. Kuechler [31])

Keinesfalls lässt sich dabei jedoch die von extremem psychischen Stress gekennzeichnete Situation des realen Notfalls und einer Eignung des Prototypen in dieser Situation adäquat evaluieren. Die in aufeinanderfolgenden Versionszyklen bzw. durch Evaluationen gewonnenen Erkenntnisse werden zur Verbesserung des Artefakts sowie dem tieferen Verständnis der Gesamtzusammenhänge (*circumscription*) eingesetzt. Daraus ergeben sich die im Abschnitt 5 aufgezeigten möglichen weiteren Forschungsschritte (*conclusion*).

Die Autoren vertreten die Ansicht, dass im Falle der Rettung auch nur eines einzigen Menschenlebens, bei der Defi Now! unterstützend zum Einsatz kam, die Frage nach der generellen Zweckerfüllung hinreichend nachgewiesen wäre. Zudem können die Ergebnisse einer komplementär durchgeführten Literaturanalyse zur wirtschaftlichen Sinnhaftigkeit zum Aufstellen öffentlicher AED als Sekundärargumentation herangezogen werden (cf. [6, 8, 15-19, 21]). Diese wird im folgenden Abschnitt erläutert.

### 3 Literatur und verwandte Arbeiten

Die – vorwiegend medizinische – Literatur zum Defibrillator-Einsatz mit Bezug auf die Bedienung durch Laien hat einige ernüchternde Ergebnisse hervorgebracht [25, 33], für die hier nur einige der zahlreichen Referenzen angegeben werden. Eine breitere Literatursichtung zur Wirtschaftlichkeit unter dem spezifischen Aspekt, ob dabei jeweils die Auffindbarkeit und der Zugang überhaupt als Kriterium einbezogen wurden, brachte kein eindeutiges Ergebnis, denn vielfach wurde das Problem nicht expliziert (vgl. [4, 5], [18]).

Mit dem mobilen Service zum Auffinden von Defibrillatoren (Defi Now!) wird für Ballungszentren, in denen häufig eine ebenfalls hohe Dichte von AED angetroffen wird (z.B. [13, 26, 34]) ein Werkzeug zur Unterstützung geliefert. Zudem kann eine solche Applikation einen Aufklärungsbeitrag liefern, der einerseits Vorwissen sowie andererseits Hilfsbereitschaft im Notfall nach sich zieht. Die auf den Webseiten zum Projekt erreichbaren Zusatzinformationen (<http://www.definow.org>) bieten dazu umfangreiche Angebote. Da es sich um ein non-for-profit Projekt handelt, stehen alle Informationen kostenfrei jedermann zur Verfügung, womit eine (vermutlich entscheidende) Barriere zur Nutzung vermieden wird.

Die Literaturrecherche hat dazu zwei verwandte, jedoch im Detail abweichende Ansätze für mobile Mehrwertdienste mit gleichzeitig vorhandener Web-Schnittstelle hervorgebracht:

Zum einen gab es in Japan bereits im Jahr 2009 einen Lösungsansatz unter der Bezeichnung AEDmap [1], beschränkt auf eine engere Region und ohne Zusatzfunktionen wie Mikro-Navigationsunterstützung durch Fotos oder einen Community-Ansatz zur spontanen Datenerfassung durch jedermann.

Etwa zeitgleich mit dem Projekt Defi Now! entwickelte sich völlig unabhängig in den Niederlanden ein Projekt unter dem Web-Link und Namen AED4.EU [24], welches in wesentlichen Teilen gleiche Funktionen aufweist. Für die Mikro-Navigationsunterstützung wird dort jedoch ein Augmented Reality-Ansatz verfolgt. In Zukunft wird sich nur eine Verschmelzung beider Systeme sowie der Datenbestände als sinnvoller Entwicklungspfad aus Sicht der Allgemeinheit rechtfertigen lassen. Ein qualitativer Vergleich der Lösungen unter Beachtung eines fairen Experimental Designs durch neutrale Probanden existiert bislang nicht. Gegenwärtig ist es auch (noch) nicht gelungen, eine Kooperation zu etablieren.

Es finden sich noch einige weitere Applikationsangebote, die jedoch weniger Funktionalität hinsichtlich der Datenerhebung bzw. -präsentation aufweisen (siehe z.B. [12]).

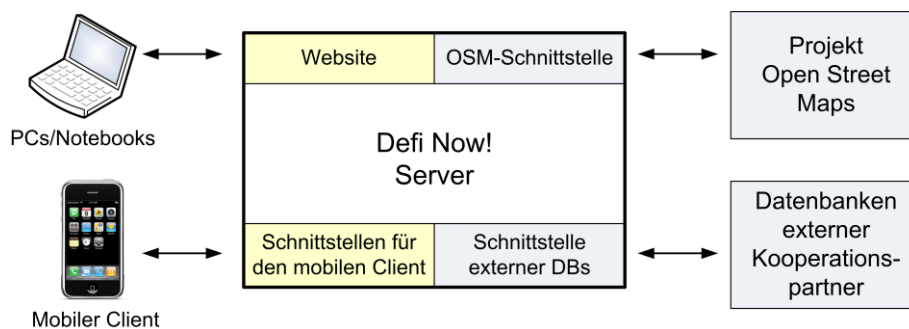
### 4 Technische Realisierung der Defi Now!-Architektur

Das folgende Kapitel beschreibt den grundlegenden technischen Aufbau der Defi Now!-Architektur der ersten und zweiten Projektphase (siehe Abbildung 2). Im Rahmen der ersten Projektphase wurden die Versionen 1.0 bis 1.2.1 des Defi Now!-Client für die iOS-Plattform sowie der notwendige Back-End Server entwickelt. Der Client kommuniziert über das Mobilfunknetz mit dem Defi Now!-Server, auf dem sich die Logik wie auch das Verzeichnis der Defibrillatoren befindet. Neben dem mobilen Client besteht für die Benutzer auch die Möglichkeit, die Standorte über eine Website einzusehen. Die Website gestattet dem Administrator die Konfiguration des Servers und die Pflege der Datensätze. Zudem kann er Benutzerkonten erstellen. Diese werden verwendet, wenn z.B. Institutionen die Standorte

der Defibrillatoren ihres Zuständigkeitsbereichs eigenständig verwalten möchten. Dadurch eröffnet sich für die Kooperationspartner die Möglichkeit, ihre Standorte zentral über das Defi Now!-System zu administrieren.

Ein weiteres Ziel dieser Website ist es, Benutzer für die Themenstellung zu sensibilisieren, damit sie die App vor einem eigentlichen Notfall auf das mobile Endgerät laden und sich mit ihrer Nutzung vertraut machen. Dadurch, dass ein Benutzer die Anwendung bereits auf seinem mobilen Endgerät besitzt, eröffnet dies die Möglichkeit spontan und nahezu ubiquitär eigene Standorte zu erfassen und somit die Datenbasis des Projekts aufzuwerten.

Für die Nutzbarkeit der Defi Now!-App ist es essentiell, dass der Benutzer auf eine große Anzahl von Defibrillator-Standorten zugreifen kann. Um das zu garantieren, wurden Datensätze unterschiedlicher Kooperationspartner integriert. Diese Datensätze werden den Benutzern als „überprüfte Standorte“ angezeigt. Zudem können die Benutzer selbst auch Standorte erheben. Diese werden bis zu einer Prüfung als „nicht verifizierte Standorte“ visualisiert. Der Benutzer kann in den Einstellungen festlegen, ob er diese nicht überprüften Standorte ebenfalls angezeigt bekommen möchte. Dieser Community-basierte Ansatz erlaubt es, die Menge der in der Datenbank verfügbaren Standorte kontinuierlich zu erweitern.



**Bild 2: Defi Now!-Architektur**

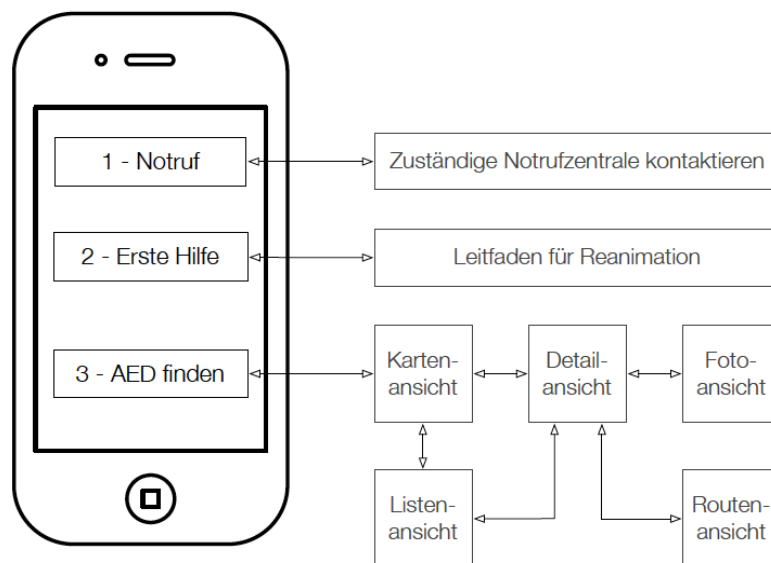
Aufgrund der Flexibilität der Datenmenge werden zum Programmstart die im Umkreis um den Benutzer verfügbaren Standorte über das mobile Netzwerk bezogen. Gegenüber einem Ansatz, bei dem die Datensätze einen festen Bestandteil der lokalen mobilen Anwendung darstellen, erlaubt dieses Vorgehen, dass die Nutzer jederzeit auf alle verfügbaren Standorte zugreifen können. Zudem muss keine Aktualisierung der Anwendung erfolgen, wenn die Datenbasis erweitert worden ist. Dieses Vorgehen erlaubt es zudem, die Programmgröße der Anwendung signifikant zu reduzieren. Dies ist besonders wichtig, da das Projekt in einem nicht räumlich begrenzten Umfeld eingesetzt werden soll.

#### 4.1 Nutzung des mobilen Clients

Ein Benutzer kann mit Hilfe des mobilen Clients sowohl Daten abfragen als auch hinterlegen. Eine besondere Herausforderung stellt die Abfrage dar, da diese in einer Notsituation stattfindet. Um Personen in dieser Situation zu unterstützen, muss die Anwendung sehr einfach und logisch stringent gestaltet sein. Der Ablauf orientiert sich nach den Richtlinien des ERC (siehe [14]), um den Benutzer schnellstmöglich zu einem Defibrillator zu führen und dem Patienten Hilfe zukommen zu lassen.

Die Nutzung durch den Helfer wird dabei in drei Schritte gegliedert (siehe Abbildung 3). Es wird davon ausgegangen, dass sich mehr als eine Person bei dem Patienten befindet. Eine Person ist primär mit der Wiederbelebung beschäftigt. Andere Personen, die keine Aufgabe bei diesem Vorgang haben, können den mobilen Defi Now!-Client verwenden, um einen Defibrillator beizubringen. Bei der Nutzung der mobilen Anwendung erfolgt zuerst das Absetzen eines Notrufes, um eine schnellstmögliche Versorgung des Patienten durch professionelles Personal zu ermöglichen.

Im zweiten Schritt werden dem Benutzer Informationen über die Reanimation gegeben. Bei diesen handelt es sich um vereinfachte schematische Darstellungen zum Ausführen der Reanimation und der stabilen Seitenlage. Diese Informationen haben die meisten Personen zwar im Rahmen eines Erste-Hilfe-Kurses vermittelt bekommen, jedoch besteht in einer derartigen Notfallsituation die Gefahr, dass eine Person, die sich nicht mehr an das Vorgehen erinnern kann, keine Wiederbelebensmaßnahmen ausführt, um nichts falsch zu machen. Bei diesem Verhalten wäre jedoch die Überlebenschance des Patienten, aufgrund des Ausfalls des Kreislaufs und der Atmung, sehr gering. Neben der Schemazeichnung wird dem Helfer zudem der Takt für die Herzmassage und die Beatmung akustisch vorgegeben, so dass eine geeignete Reanimation bis zum Eintreffen des Rettungspersonals aufrechterhalten werden kann.



**Bild 3:** Schematische Darstellung der Defi Now!-Oberfläche zur Abfrage von Standorten

Der dritte Schritt bleibt einer Person vorbehalten, die nicht aktiv an der Reanimation beteiligt ist. Sie versucht mit Hilfe ihres Smartphones einen öffentlichen AED zu finden und zum Patienten zu bringen. Dazu erhält Sie nach dem Aufruf der Funktion eine Kartenansicht ihrer Umgebung. Die verfügbaren Defibrillatoren werden auf dieser Karte angezeigt, zudem die eigene Position. Der Benutzer kann sich die Standorte auch in Form einer Listenansicht, geordnet nach der Entfernung, anzeigen lassen. Nach Auswahl eines Standorts erhält der Benutzer detaillierte Angaben, die ein Auffinden des Defibrillators erleichtern (siehe Bild 4).



**Bild 4:** Screenshots der mobilen Defi Now!-Anwendung unter iOS

Ein wesentliches, unterstützendes Merkmal sind Bilder vom Standort aus unterschiedlichen Blickwinkeln und Entfernungen. Dadurch wird ein schnelles Auffinden des Gerätes, ohne langwieriges Lesen eines beschreibenden Textes, ermöglicht. Mit der Bildinformation wird ermöglicht, die Annäherung (Mikro-Navigation in Form einer Sequenz von Bildern) an den AED-Standort zu unterstützen und insbesondere auch den Weg zu innerhalb von Gebäuden befindlichen AED zu illustrieren (Beispiel einer Sparkasse – siehe Bild 5). Ergänzend wird eine Wegbeschreibung für unterschiedliche Modi der Fortbewegung (zu Fuß, mit Auto) nebst Entfernungsangaben bereitgestellt.



**Bild 5:** Mikro-Navigation in Form einer Sequenz von Bildern innerhalb eines Gebäudes

#### 4.1.1 Hinterlegen weiterer Standorte

Benutzer der mobilen Anwendung können diese auch verwenden, um weitere Standorte zu erfassen und im Backend zu speichern. Durch diese Funktion kann die Datenbasis des Projektes erheblich vergrößert werden. Das System selbst ist für einen internationalen Einsatz konzipiert. Die grafische Oberfläche ist für den deutschen und englischen Sprachraum lokalisiert. Auch die hinterlegten Datensätze können in einer oder mehreren Sprachen eingegeben werden. Diese Eigenschaft erlaubt die unmittelbare Nutzung des Systems auch im Ausland. Innerhalb der Oberfläche ist das Hinzufügen von weiteren Standorten zunächst nur durch ein „Kreuz“ repräsentiert. Der Benutzer hält bei der ersten

Nutzung diesbezüglich einen Hinweis. Diese untergeordnete Darstellung hat den Zweck, dass er bei einem Notfall nicht Funktionalitäten aufruft, die zu einem Zeitverlust bei der Suche nach einem AED führen würden. Die Eingabe neuer Standorte durch den Benutzer kann anonymisiert oder unter Verwendung eines personalisierten Accounts erfolgen. Die anonymisierte Meldung von Standorten ohne Verwendung eines personalisierten Accounts hat den Zweck, dass der Benutzer ungehindert Standorte melden kann, ohne vorbereitende Schritte, wie z.B. die Beantragung eines Accounts, ausführen zu müssen. Auf Anforderung kann der Administrator jedoch auch einen Account bereitstellen. Dieser wird aktuell primär von Kooperationspartnern verwendet, die dadurch auch die Möglichkeit erhalten, ihre gemeldeten Standorte zu verwalten und nachträglich zu editieren. Je nach Grad der Kooperation erhalten die Standorte zudem das Attribut eines geprüften Datensatzes. Die anonymisiert hinterlegten Positionen werden als nicht geprüft dargestellt. Der Benutzer kann in den Einstellungen festlegen, ob er nur geprüfte Standorte angezeigt haben möchte.

Um einen Standort eines Defibrillators zu melden, muss ein Benutzer die folgenden Schritte durchführen:

Beim ersten Schritt muss er den Standort festlegen. Anhand des im Smartphone integrierten GPS-Empfängers kann dies der aktuelle Standort des Benutzers sein. Optional kann er die Position manuell auf einer Kartenansicht festlegen.

Im darauffolgenden Schritt kann der Benutzer Fotos vom Standort hinterlegen. Bei dieser Funktion wird direkt auf die Fotofunktion des Geräts zugegriffen. Der Benutzer wird angewiesen, drei Bilder zu erstellen. Eins aus direkter Nähe sowie zwei aus der Entfernung, aus unterschiedlichen Blickwinkeln, um den Nutzer bei der Orientierung und Suche zu unterstützen.

Im dritten Schritt kann der Benutzer noch eine textuelle Beschreibung hinterlegen. Die Beschreibung kann multilingual erfolgen. Sie kann zudem um Öffnungszeiten erweitert werden, an denen ein Zugriff auf das Gerät möglich ist. Durch dieses Vorgehen kann verhindert werden, dass in der Notsituation auch Geräte gelistet werden, die faktisch nicht zur Verfügung stehen.

## **4.2 Zweite Projektphase**

Aktuell befindet sich das Projekt am Ende der zweiten Phase. Diese hat das Ziel, das Projekt und die Daten einer größeren Benutzergruppe bereitzustellen. Erreicht wird dies dadurch, dass neben dem iOS-Client auch ein Android-Client entwickelt und in Kürze auch öffentlich bereitgestellt wird. Durch die Unterstützung der beiden verbreitetsten Plattformen können viele Geräte erreicht werden, die den notwendigen technischen Anforderungen genügen. Evaluert wird zudem ein cross-platform Entwicklungsansatz auf Basis von PhoneGAP [20].

Die Datenbasis wird zukünftig durch die Datensätze weiterer internationaler Projekte erweitert. Dadurch wird die mobile Anwendung auch in Ländern nutzbar, in denen die Anwendung selbst zwar funktionieren würde, jedoch die Menge von Datensätzen noch nicht ausreicht. Da manche internationale Kooperationspartner ihre eigene Infrastruktur zur Pflege der gespeicherten Standorte einsetzen, wird eine Schnittstelle entwickelt, um auf diese Datensätze zugreifen zu können. Dadurch müssen diese Kooperationspartner nicht auf das Defi Now!-System portieren, können aber jederzeit den aktuellen Stand bereitstellen.

Da dieses Projekt die Datensätze nicht kommerziell verwendet und sich für die Verbreitung dieser Informationen einsetzt, wird zudem eine Schnittstelle bereitgestellt, um die Datensätze auch dem Open Street Maps-Projekt (OSM) zur Verfügung zu stellen. Dies erschließt eine größere Community für die Hinterlegung neuer Standorte. Die so neu in der Datenbank des OSM-Projekts eingetragenen Standorte werden der Defi Now!-Datenbank hinzugefügt. Durch diesen Austausch an Informationen kann schnell die Anzahl und Qualität der Datensätze gesteigert werden.

### **4.3 Dritte Projektphase**

Da das Defi Now!-Projekt ein Non-Profit Projekt ist, das produktiv eingesetzt werden soll, ist im dritten Projektschritt die Bereitstellung des Quellcodes der entwickelten mobilen Clients als Open Source geplant. Die Pflege und Weiterentwicklung des Clients und der Infrastruktur soll von Seiten der Defi Now! Initiatoren primär koordiniert werden. Die Entwicklung selbst würde ab diesem Schritt durch freiwillige Entwickler weitergeführt.

## **5 Weitergehende Forschungsfragen und Ausblick**

Im Rahmen der Spezifikation sowie den Rückfragen von Nutzern und Kooperationspartnern lassen sich einige größere Arbeitspakete beschreiben, die zusammen ein umfangreiches Forschungsprogramm entlang der weiteren Gesamtsystementwicklung umreißen.

Basis für den Dienst ist eine möglichst umfassende, korrekte und inhaltsreiche Datenbasis über Aufstellungsorte und Zugangsmöglichkeiten zu generieren. Das Akquirieren dezentraler Datenbestände durch Rettungsorganisationen, Service-Organisationen, Verwaltungen etc. ist allein deshalb schwierig, weil Daten bislang oft als wertvolles „Eigentum“ betrachtet werden. Darüber hinaus bestehen Zweifel an zentraler Pflege und nachhaltiger Bestandsverwahrung. Erschwerend kommt hinzu, dass völlig unterschiedliche Notationen für die Daten auf verschiedensten Medien (Papierlisten bis DBMS-Eigenentwicklungen) anzutreffen sind. Geo-Koordinaten oder gar Bildmaterial fehlen in der überwiegenden Zahl der eingeworbenen Daten. Zuständigkeiten zur Datensammlung sind unklar geregelt, die Pflege obliegt vielfach Freiwilligen mit Eigeninitiative. Folglich ist eine Standardisierung und Verbreitung anzustreben, Werbung für eine Verschmelzung aller Datenbestände zu betreiben und zugleich eine definierte Zuständigkeit (z.B. eine Delegation an Rettungsstationen) zu definieren. Tatsächlich existiert nach Beobachtung der Autoren eine erstaunliche Problematik der technischen Vernetzung von Rettungsstationen jenseits Funk und Telefon, was hinsichtlich der Verbreitung von innovativen Werkzeugen und Methoden eine besondere Herausforderung darstellt. Als zusätzliche technische Forschungsfrage bleibt daher für den Moment weiterhin offen, wie über Defi Now! gemeldete Notrufe um eine automatisierte Übertragung der GPS-basierten Geo-Koordinaten des Anrufers an die Rettungsstation zu realisieren wäre, die der zielgenauen Ansteuerung der Rettungskräfte dienen würde. Die derzeitige technische Infrastruktur bei Rettungsstationen ist derart heterogen und zuweilen rudimentär, dass bislang keine Lösungsansätze identifiziert werden konnten.

Parallel wäre eine höhere Durchdringung bei der Datensammlung durch die Allgemeinheit (Community-Ansatz) wünschenswert. Typischerweise sind die mit der Handhabung solcher Anwendungen vertrauten Nutzergruppen aber nicht mit den leichter zu sensibilisierenden Risikogruppen deckungsgleich. Welche Anreize lassen sich also setzen, eine solche

Crowd-Sourcing-Kampagne (vgl. [2, 11]) zu initiieren und dauerhaft aktiv zu halten? Die noch junge Literatur zu diesem Gebiet gibt dazu noch wenige Hinweise. Bislang wird meist ein hohes Maß an vorab erkennbarer Eigenmotivation für ein nachhaltiges Engagement vorausgesetzt [17, 39].

Daneben existieren offene Fragen der Datenvalidierung sowie Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit, die ebenfalls zu beantworten sind.

Wird die Verbreitung der Lösung über Landesgrenzen hinaus angedacht, so führt diese Überlegung unmittelbar auf die grundsätzliche Problematik zentraler versus dezentraler Datenhaltung. Momentan wird zwar mit einer zentralen Datenbank experimentiert, angeboten und entwickelt wird aber auch ein Ansatz zur dezentralen Anbindung via Web-Service-Schnittstellen. Als Service wird Betreibern von Datenbankserver-basierten AED Verzeichnissen angeboten, eine Definition der Web-Service-Schnittstelle zur Verfügung gestellt zu bekommen, um dann eine Anbindung über ein zentrales, geo-referenziertes Verweissystem auf diese Interfaces realisieren zu können. Aus diesem Ansatz folgt weitergehend, dass in anderen Regionen oder Nationen aufgebaute Datenbestände dynamisch (temporär) angebunden werden können, wenn ein Nutzer in einem solchen geografischen Bereich die Client-Software aktiviert. Welche Form der Adaption, d.h. Adaption der Client-Applikation zur Laufzeit durch Parametrierung oder Nachladung von Modulen bzw. serverseitige Datenbereithaltung durch Anbindung an das Fremdsystem, erfolgt, ist softwaretechnisch ein interessanter Untersuchungsgegenstand (cf. [9, 21]). Offensichtlich führt ein solcher Ansatz zur Verteilung der Datenbestände, was die Maintenance-Problematik signifikant vereinfachen könnte. Aus Sicht der Autoren scheint allein ein dezentraler Ansatz erfolgversprechend, die Realisierungsanforderungen sowie -konzepte sind aber noch technisch wie organisatorisch zu untersuchen.

Im Rahmen der laufenden Arbeiten am Projekt werden derzeit noch zahlreiche andere (generische) Forschungsfragen thematisiert, etwa

- Simulatoren und didaktische Konzepte (z.B. Lernspiele) zum Erlernen und Trainieren des Umgangs mit Smartphone Apps für Novizen.
- Benutzertests mit Aktions- und Reaktionszeitmessungen auf Smartphones bei der Bedienung.
- die Möglichkeiten einer den tatsächlich verfügbaren Daten angepasste clientseitigen Konfiguration der Benutzerschnittstelle zur Laufzeit (Minimierung möglicher Irritationen bei z.B. fehlender Bildinformation).
- Steigerung der Verfügbarkeit des zentralen Servers und Ausnutzung von Skalierungseffekten durch den Einsatz der Cloud-Technologie.

Wie mit diesem Ausblick dargelegt, bietet der Kontext der funktional überschaubar anmutenden Smartphone Applikation Defi Now! ein durchaus umfangreiches Forschungsportfolio mit generischem Charakter. Der vorliegende Beitrag soll als Aufruf zur Forschungsk Kooperation verstanden werden, bietet er doch Anknüpfungspunkte für diverse Teildisziplinen.



## 6 Literatur

- [1] AED Plus. (2011). *Aichi Automated External Defibrillator Map*. URL: <http://aed.maps.pref.aichi.jp> (Abgerufen am: 02.04.2011).
- [2] M. Brandel, "CROWD SOURCING: Are you ready to ask the world for answers? (Cover story)," *Computerworld*, vol. 42, pp. 24-26, 2008.
- [3] S. L. Caffrey, et al., "Public Use of Automated External Defibrillators," *New England Journal of Medicine*, vol. 347, pp. 1242-1247, 10 2002.
- [4] M. Colquhoun, "Public access defibrillation," *Curr Opin Crit Care*, vol. 14, pp. 275-8, Jun 2008.
- [5] J. S. Cooper, et al., "A critical evaluation of the potential benefits of public access defibrillation," *Prehosp Emerg Care*, vol. 2, pp. 87-8, Jan-Mar 1998.
- [6] P. Cram, et al., "Cost-effectiveness of automated external defibrillator deployment in selected public locations," *Journal General Internal Medicine*. 2003;18:745-754, 2003.
- [7] E. Erdmann, *Klinische Kardiologie: Krankheiten des Herzens, des Kreislaufs und der herznahen Gefäße*: Springer, Berlin / Heidelberg, 2008.
- [8] Eurostat. (2011). *Causes of death - Absolute number (Annual data)*. URL: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth\\_cd\\_anr&lang=de](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=hlth_cd_anr&lang=de) (Abgerufen am: 31.01.2011).
- [9] K. Hazelwood. (2011). *Process-Level Virtualization for Runtime Adaptation of Embedded Software*. URL: <http://www.cs.virginia.edu/kim/docs/dac11.pdf> (Abgerufen am: 15.08.2011)
- [10] A. R. Hevner, et al., "Design Science in Information Systems Research," *MISQ*, vol. 28, 2004.
- [11] J. Howe, *Crowdsourcing*, Reprinted ed. London: Random House Business, 2009.
- [12] HP webOS Applications. (2011). *Défibrillateurs en France* URL: <https://developer.palm.com/appredirect/?packageid=fr.mcnamara.defibrillateursenfrance&applicationid=7511> (Abgerufen am: 19.09.2011).
- [13] A. Kadish. (2004). *Public-Access Defibrillation: Advances and Controversies*. URL: <http://www.medscape.com/viewarticle/472797> (Abgerufen am: 02.08.2011).
- [14] R. W. Koster, et al. (2010). *Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren Sektion 2 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council*. URL: <http://www.springerlink.com/content/nlr22146w7573341/fulltext.pdf> (Abgerufen am: 01.03.2011)
- [15] T. Lange, "Service-Register für ortsbezogene Dienste," Studienarbeit, Universität Koblenz-Landau, 2008.
- [16] T. Lange, "Entwicklung eines Defibrillator-Verzeichnisses mit zugehöriger Smartphone-Applikation," Diplomarbeit, Universität Koblenz-Landau, 2011.

- [17] J. M. Leimeister, *et al.*, "Leveraging Crowdsourcing: Activation-Supporting components for IT-based ideas competition," *Journal of Management Information Systems (JMIS)*, Ausgabe/Number: 1, Vol. 26, pp. 197-224, 2009.
- [18] G. Nichol, *et al.*, "Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States," *Circulation*, vol. 97, pp. 1315-20, Apr 7 1998.
- [19] G. Nichol, *et al.*, "Methodological design for economic evaluation in Public Access Defibrillation (PAD) trial," *Am Heart J*, vol. 150, pp. 202-8, Aug 2005.
- [20] Nitobi. (2011). *PhoneGAP*. URL: <http://www.phonegap.com/> (Abgerufen am: 01.05.2011).
- [21] P. Oreizy, *et al.*, "Runtime software adaptation: framework, approaches, and styles," presented at the Companion of the 30th international conference on Software engineering, Leipzig, Germany, 2008.
- [22] H. B. Österle, J.; Frank, U.; Hess, T.; Karagiannis, D.; Krcmar, H.; Loos, P.; Mertens, P.; Oberweis, A.; Sinz, E. J., "Memorandum on design-oriented information systems research " *European Journal of Information Systems*, vol. 20, pp. 7-11, 2011.
- [23] Radoud University Nijmegen Medical Center. (2011). *AED4Eu*. URL: <http://www.aed4.eu/> (Abgerufen am: 01.03.2011).
- [24] P. Schober, *et al.*, "Public access defibrillation: time to access the public," *Ann Emerg Med*, vol. 58, pp. 240-7, Sep 2011.
- [25] M. Spiller. (2011). *Überwachte Defibrillatoren in Marburg*. URL: <http://www.sicherheit.info/si/cms.nsf/si.ArticlesByDocID/1114019?Open> (Abgerufen am: 02.09.2011).
- [26] Statistisches Bundesamt. (2009). *Todesursachen in Deutschland 2008*. URL: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Gesundheit/Todesursachen/Todesursachen2120400087004.property=file.pdf> (Abgerufen am: 01.09.2011).
- [27] Statistisches Bundesamt. (2010). *Todesursachen in Deutschland 2009*. URL: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Gesundheit/Todesursachen/Todesursachenstatistik5232101097015.property=file.xls> (Abgerufen am: 01.09.2011).
- [28] Statistisches Bundesamt. (2008). *Todesursachen in Deutschland 2007*. URL: [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/08/PD08\\_\\_303\\_\\_232,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/08/PD08__303__232,templateId=renderPrint.psml) (Abgerufen am: 01.09.2011).
- [29] H.-J. Trappe. (2007). *Frühdefibrillation: Voraussetzungen, Erfahrungen, Perspektiven*. URL: [http://www.medicom.cc/medicom/inhalte/intensiv-news/entries/2248/entries\\_sec/2249.php](http://www.medicom.cc/medicom/inhalte/intensiv-news/entries/2248/entries_sec/2249.php) (Abgerufen am: 28.02.2011)
- [30] V. Vaishnavi and W. Kuechler. (2004). *Design Research in Information Systems*. URL: <http://desrist.org/design-research-in-information-systems/> (Abgerufen am: 15.09.2011).
- [31] V. Vaishnavi and W. Kuechler. (2004/5, 26 January 2010). *Design Research in Information Systems*. Available: <http://desrist.org/design-research-in-information-systems>.

- [32] M. L. Weisfeldt, "Public access defibrillation: good or great?," *BMJ*, vol. 328, pp. E271-2, Feb 28 2004.
- [33] M. L. Weisfeldt and W. Osler. (2004). *Public access defibrillation: good or great?*, *BMJ USA*, Volume 328, Number 7438. URL: <http://www.bmj.com/content/328/7438/E271.long> (Abgerufen am: 01.07.2011).
- [34] Wer liefert was? (2011). *Anbieter in Deutschland zu Defibrillatoren*. URL: <http://www.wlw.de/treffer/defibrillatoren.html> (Abgerufen am: 01.08.2011).
- [35] World Health Organization. (2004). *The World Health Report*. URL: <http://www.who.int/entity/whr/2004/en/index.html> (Abgerufen am: 01.02.2011).
- [36] World Health Organization. (2003). *Causes of Death*. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html> (Abgerufen am: 02.02.2011).
- [37] P. J. Zed, et al., "Update on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Guidelines," *American Journal of Health-System Pharmacy*, 2008;65(24):2337-2346, 2008.
- [38] Y. Zhang and M. van der Schaar. (2011). Reputation-based Incentive Protocols in Crowdsourcing *Applications*. URL: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2011arXiv1108.2096Z> (Abgerufen am: 01.09.2011).



# Requirements Engineering für Referenzmodelle mittels eines multimethodischen Vorgehensmodells

## **Eva Cruel**

Hochschule Osnabrück, Forschungsgruppe Informatik im Gesundheitswesen,  
49009 Osnabrück, E-Mail: e.cruel@hs-osnabrueck.de

## **Ursula Hübner**

Hochschule Osnabrück, Forschungsgruppe Informatik im Gesundheitswesen,  
49009 Osnabrück, E-Mail: u.huebner@hs-osnabrueck.de

## **Marcus Garthaus**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Pflegewissenschaft,  
49076 Osnabrück, E-Mail: marcus.garthaus@uni-osnabrueck.de

## **Murat Gök**

Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Medizinische Informatik,  
37075 Göttingen, E-Mail: murat.goek@med.uni-goettingen.de

## **Manuel Zimansky**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Pflegewissenschaft,  
49076 Osnabrück, E-Mail: manuel.zimansky@uni-osnabrueck.de

## **Hartmut Remmers**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Pflegewissenschaft,  
49076 Osnabrück, E-Mail: remmers@uni-osnabrueck.de

## **Otto Rienhoff**

Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Medizinische Informatik,  
37075 Göttingen, E-Mail: haegar@med.uni-goettingen.de

## **Abstract**

Obwohl es zahlreiche Arbeiten zum Requirements Engineering im Allgemeinen gibt, ist über die Ermittlung generischer und innovativer Anforderungen, wie sie in intersektoralen Informationsketten eine Rolle spielen, wenig bekannt. Das Projekt *IKM health*<sup>1</sup> zielt auf die Entwicklung von Referenzmodellen für Informationsketten zur Patientenversorgung ab. Forschungsfrage dieser

---

<sup>1</sup> Informationsketten-Management zur Verbesserung der Patientenversorgung (IKM health)

Studie war, wie Informations- und Prozessanforderungen generiert werden können. Vor diesem Hintergrund wurde mit der Analyse von Leitlinien begonnen, deren Empfehlungen anschließend im Rahmen von Delphi-Befragungen und Experteninterviews zur Diskussion gestellt wurden. Trotz der sich zeigenden Heterogenität war es mit Hilfe des hier vorgestellten multimethodischen Vorgehensmodells möglich, passende Anforderungen zu erzielen und in UML zu modellieren.

## 1 Einführung

Requirements Engineering ist ein integraler Bestandteil des Software Engineering, das eine Vielzahl an Methoden für die Ermittlung, Darstellung, Analyse, das Management und die Verwertung von Nutzeranforderungen kombiniert. Methoden zur Erhebung von Anforderungen umfassen sowohl quantitative als auch qualitative Ansätze der Sozialwissenschaften, u.a. Beobachtungen, Interviews, Dokumentenanalyse und aus dem Bereich der Informatik z.B. „Prototyping“ und „Mock-ups“ [3]. Die Ergebnisse werden meist in Modellen dargestellt, um diese für Systementwürfe und Implementierungen zu verwenden. Während zum Requirements Engineering für individuelle Systeme oder Standardsoftware, d.h. Software für einen typischen Anwendungsfall, reichlich Literatur existiert, gibt es nur wenige Studien, die Anforderungen thematisieren, die einen sehr hohen Grad an Allgemeingültigkeit besitzen und gleichzeitig für neuartige IT-Lösungen gelten sollen. Dies gilt auch im Gesundheitswesen [9,11]. Der Aufbau, das Management und die Steuerung von Systemen für Informationsketten über Professionen, medizinische Fachgebiete und Sektoren im Gesundheitswesen hinweg, sind insbesondere vor dem Hintergrund der Komplexität des Gesundheitssystems anspruchsvolle Aufgaben. Jedoch besteht eine große Nachfrage nach der Entwicklung von Informationsketten zur Sicherstellung einer Versorgungskontinuität [6] und dem Aufbau entsprechender eHealth-Systeme, die auf eine weit reichende Akzeptanz bei den Akteuren verschiedener Institutionen und Sektoren stoßen.

Vor diesem Hintergrund zielt das *IKM health* Projekt darauf ab, intersektorale Referenzmodelle für Informationsketten zu entwickeln und öffentlich zu Verfügung zu stellen. Auf Grundlage dieser Modelle sollen eHealth-Systeme entwickelt werden können, die Angehörige der Gesundheitsprofessionen bei der Patientenversorgung unterstützen. Da die Versorgung von Patienten mit chronischen Wunden, Rücken- und Tumorschmerz gute Beispiele für eine intersektorale Gesundheitsversorgung durch verschiedene Professionen darstellen, gleichzeitig aber auch unterschiedliche Komplexitätsgrade aufweisen, wurden diese Erkrankungen für das Projekt ausgewählt. Die Referenzmodelle sollen zudem eine Basis für die Entwicklung von HL7 Dokumenten- und Nachrichtenstandards in den drei Patientenversorgungsbereichen darstellen und der Analyse datenschutzrechtlicher Aspekte der Versorgungsprozesse dienen.

Dieses Paper fokussiert die methodischen Aspekte des Requirements Engineerings für die Erstellung von Referenzmodellen. Konkret wurden folgende Forschungsfragen gestellt: Wie können generische Informations- und Prozessanforderungen für Informationskettenmodelle erstellt werden? Gibt es eine Methode um zwischen den Akteuren Konsens zu erreichen und wie gut ist diese Methode? Wie und mit welchen Methoden können Anforderungen aus evidenzgestütztem Wissen mit denen aus der aktuellen Praxis kombiniert werden, um realistische Anforderungen für innovative Systeme zu generieren? Wie können diese Ergebnisse adäquat dargestellt und modelliert werden? Die Antworten basieren auf den Ergebnissen des laufenden *IKM health* Projektes. Mit Hilfe der über das hier beschriebene Vorgehensmodell gewonnenen Anforderungen sollen dann abschließende Referenz- und Informationsmodelle erzeugt werden, die an dieser Stelle nur exemplarisch dargestellt werden.

## 2 Methoden

### 2.1 Erfassung von Informations- und Prozessanforderungen

Um möglichst allgemeingültige und generalisierbare Anforderungsempfehlungen zu erhalten, wurde eine Recherche nach medizinischen und pflegerischen Leitlinien und Standards durchgeführt. Dabei wurde - mit besonderem Fokus auf jene Leitlinien, die Empfehlungen zu patientenbezogenen Transferdatensätzen und intersektoralen Prozessen enthalten - in folgenden (inter-)nationalen Leitliniendatenbanken nach Dokumenten zur Wundversorgung, zu Rücken- und Tumorschmerz gesucht: Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin, Deutsches Netzwerk für Qualität in der Pflege, The National Guideline Clearinghouse, Agency for Healthcare Research and Quality, The International Institute for Clinical Excellence, The Scottish Intercollegiate Guidelines Network, National Health and Medical Research Council, New Zealand Guidelines Group und Guideline International Network. Zusätzlich wurde die Recherche um die Suche bei speziellen Fachgesellschaften wie der Deutschen Krebsgesellschaft, der Deutschen Diabetes Gesellschaft und der Deutschen Abteilung der Internationalen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes für weitere Empfehlungen ergänzt.

Um die Anforderungen aus der aktuellen Praxis zu erheben und diese mit den Empfehlungen aus den Leitlinien zu vergleichen, wurden Experteninterviews [1] und Delphi-Befragungen [7] durchgeführt. Ziel war die Generierung von Informations- und Prozessmodellen in den drei medizinisch-pflegerischen Versorgungsbereichen. Während das persönlich geführte Experteninterview dem Befragten viel Raum gibt, Wünsche und Probleme bei Versorgungsprozessen zu äußern und zu diskutieren, eignet sich die anonyme Delphi-Methode durch ihr standardisiertes mehrstufiges Verfahren hier gut, um die detailreichen Inhalte eines Informationsmodells zu konsentieren. Die Experten, die in den Befragungen und den Interviews zur Verfügung standen, setzten sich aus Ärzten und Pflegekräften zusammen, die über eine langjährige Expertise und Erfahrung in der Patientenversorgung in den drei Anwendungsbereichen verfügten und in ihrem jeweiligen Feld als Spezialisten anerkannt waren. Die Interviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und es folgte eine qualitative Inhaltsanalyse mit Hilfe von Kodierungen mittels des Softwareprogramm MaxQDA. Bei der Delphi-Befragung wurden die Items des literaturbasierten Kern-Datensatzes als Exceltabellen an die Teilnehmer versendet. Es bestand jeweils die Möglichkeit der Abstimmung und Kommentierung. Die prozentuale Zustimmung der Teilnehmer wurde für jedes Item errechnet, ebenso erfolgte die Berechnung des Fleiss Kappa Koeffizienten als Maß der Interraterreliabilität [8]. Die Delphi-Befragungen bestanden aus drei Runden und dauerten bis zu fünf Monaten.

### 2.2 Modellierung von Informations- und Prozessanforderungen

Nach der Erfassung von Informations- und Prozessanforderungen werden diese typischerweise in Modellen dargestellt, um die Anforderungen besser dokumentieren, analysieren und vergleichen zu können. Zudem erleichtert die Darstellung mit Hilfe von Modellen die Kommunikation und Verwendung für den Systementwurf und die Implementation. Informations- und Prozessmodelle werden entwickelt, um einen umfassenden Blick zu gewährleisten, Komplexität zu reduzieren und unabhängige Analysen zu statischen und dynamischen Aspekten auf Basis des objektorientierten Designs zu ermöglichen. Statische Informationen sollten in diesem Projekt mit

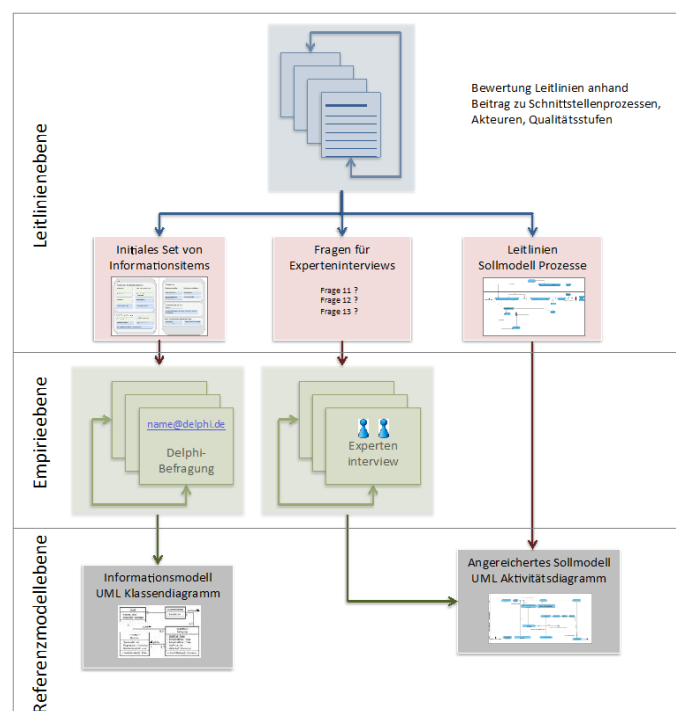
Blick auf die allgemeine Akzeptanz der Unified Modelling Language (UML) [2] in UML Klassendiagrammen dargestellt werden. Diese bieten darüber hinaus auch die Chance der Wiederverwendung beispielsweise für HL7 CDA-Entry-Modellierungen [12]. Jedoch war nicht klar, welche Modellierungsnotation für Prozesse am geeignetsten wäre. Aus diesem Grund wurden eine Literaturrecherche und eine Marktanalyse zu verschiedenen Prozessmodellierungssprachen und aktuell erhältlichen elektronischen Modellierungstools durchgeführt. Die Unified Modelling Language, Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) [10] und die Business Process Modelling Notation (BPMN) [13] wurden anhand folgender - bereits im Vorfeld [4] verwendeter - Kriterien verglichen: Darstellungsform zur Beherrschung der Komplexität, vereinfachend und Vermeidung von Hilfskonstruktionen, Detaillierungsgrad anpassbar, einfache Handhabung, Basis für (objektorientiertes) Systemdesign und Implementation, Sicherstellung eines hohen Grades an Standardisierung und an allgemeiner Akzeptanz, standardisierte Exportfunktionen (XML) und Verfügbarkeit von Werkzeugen insbesondere solchen mit Fähigkeiten zur Prozesssimulation.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Erfassung von Informations- und Prozessanforderungen: Nutzung eines multimethodischen Vorgehensmodells

Die Herausforderung dieses Projektes stellt die Entwicklung von Referenzmodellen dar, die eine möglichst große Generalisierbarkeit und Allgemeingültigkeit aufweisen, sich jedoch gleichzeitig an den Bedürfnissen der Praxis orientieren, so dass Akzeptanz und Umsetzbarkeit gewährleistet sind. Um dieses Ziel zu erreichen, bot es sich an, mehrere methodische Ansätze zu kombinieren. So wurde als Ergebnis ein Vorgehensmodell entwickelt, das evidenzgestütztes Wissen mit den Erfahrungen der in der Praxis tätigen Experten zusammenführt.

Bild 1 zeigt das auf diesem Wege entstandene dreistufige Vorgehensmodell:



**Bild 1:** Multimethodisches Vorgehensmodell zur Generierung von Referenzmodellen



Wie Bild 1 darstellt, lieferten die Leitlinien und Standards die initialen Items für die Informationsmodelle, auf deren Grundlage die Delphi-Befragungen mit Experten durchgeführt wurden (Empirieebene). Die Informations-Items aller Leitlinien wurden dafür - unabhängig davon, ob sie explizit für eine multiprofessionelle Kommunikation empfohlen wurden - gesammelt und in strukturierter Form an die Teilnehmer versendet. Die Delphi-Studien boten die Möglichkeit, die Items aus der Literatur iterativ zu diskutieren und zu konsentieren, so dass auf der Ebene der Referenzmodelle durch diskursives Aggregieren der Daten – auf Grundlage der in den Leitlinien beschriebenen Strukturen - Informationsmodelle in Form von UML Klassendiagrammen abgeleitet werden konnten. Des Weiteren wurden auf Basis der in den Leitlinien beschriebenen Barrieren und Empfehlungen optimaler Versorgungsprozesse die Leitfäden für die Experteninterviews entwickelt, die insbesondere der Generierung von Ist- und Soll-Prozessen der intersektoralen bzw. multiprofessionellen Kommunikation in der Praxis dienten. Die Leitlinien lieferten zudem Anforderungen für evidenzgestützte Soll-Modelle der Kommunikationsprozesse. Bei der Auswahl der Prozessempfehlungen wurden auf qualitative Aspekte der Leitlinien und ihre Übertragbarkeit auf das deutsche Gesundheitssystem großer Wert gelegt. Aus den durch die ergebnisoffen mittels halbstandardisierten Leitfäden geführten Experteninterviews generierten Praxisanforderungen wurden im Anschluss durch die Forscherteams eigene Modelle erstellt, welche mit den in den Leitlinien und Standards beschriebenen Soll-Modellen abgeglichen wurden. Ergebnis stellen hierbei die auf diese Weise durch die Praxis angereicherten Soll-Modelle in UML auf Referenzmodellebene dar.

Diese Methodenpluralität ermöglichte es, evidenzgestütztes Wissen in der Praxis zu spiegeln und mit spezifischem Expertenwissen zu verknüpfen.

### **3.2 Erfassung von Informations- und Prozessanforderungen: Leitlinien und ihre Heterogenität**

Die Datenbankrecherche führte zu 32 Leitlinien bei der Versorgung chronischer Wunden, 30 im Bereich von Tumorschmerz und 27 für Rückenschmerz (Tab.1). Der Publikationszeitraum lag zwischen 1994-2011; Ursprungsländer waren neben Deutschland und weiteren europäischen Ländern die USA, Kanada, Australien und Neuseeland. Die Leitlinien in der Wundversorgung und im Bereich des Tumorschmerzes zeigten ein eher heterogenes Bild hinsichtlich der Informationen, die dokumentiert und kommuniziert werden sollen: Die Wundleitlinien stimmten bei einer grundsätzlichen Wundbeschreibung durch Wundgröße, Oberfläche und Lokalisation überein. Ebenso bestand bei den Leitlinien im Bereich des Tumorschmerzes Einigkeit über die Grundprinzipien der Schmerztherapie nach dem WHO-Stufenschema. Unterschiede fanden sich aber bereits bei den genauen Inhalten einer Wundbeschreibung und den entsprechenden Assessmentskalen sowie bei den Instrumenten zur Schmerzerfassung. Noch mehr Diskrepanzen zeigten sich bei stärker auf den Patienten bezogenen, wundassoziierten Informationen wie Risikofaktoren, Adhärenz des Patienten, Patientenbedürfnissen und -einschränkungen. Nur wenige Leitlinien enthielten direkte Empfehlungen zu intersektoralen Versorgungsprozessen. Zudem zeigten sie Unterschiede je nach der zugrundeliegenden Erkrankung und dem Gesundheitssystem, für welches sie in erster Linie entwickelt wurden. So existieren beispielsweise einige der in den Leitlinien beschriebenen Berufsgruppen (z.B. Orthotisten) und Versorgungsstrukturen (z.B. spezifische Zentren) in Deutschland nicht, so dass eine Übertragbarkeit erschwert war.

Im Gegensatz zu den Leitlinien für chronische Wunden und Tumorschmerz zeigten die Empfehlungen zur Rückenschmerzversorgung eine höhere Konsistenz. Eine zentrale Quelle stellt in

diesem Zusammenhang die Nationale Versorgungsleitlinie dar, die in gemeinsamer Arbeit von 30 verschiedenen wissenschaftlichen und medizinischen Fachgesellschaften entwickelt wurde. Allerdings wurde diese Leitlinie für Deutschland erstellt und müsste sicherlich für die Verwendung in anderen Ländern adaptiert werden – insbesondere was die spezifischen Versorgungsstrukturen anbelangt. Mit Ausnahme von einigen Klassifikationen sind die Empfehlungen klinischer Algorithmen für die Versorgung von Rückenschmerz in unterschiedlichen Ländern trotzdem sehr kongruent.

Autor/Herausgeber (Ursprung)	Datum	Titel	Quelle
Bundesärztekammer et al. (Deutschland)	2010	Nationale Versorgungsleitlinie Typ-2-Diabetes Fußkomplikation	<a href="http://www.versorgungsleitlinien.de">www.versorgungsleitlinien.de</a>
Scottish Intercollegiate Guidelines Network (Schottland)	2010	Management of chronic venous leg ulcers. A national clinical guideline	<a href="http://www.guideline.gov">www.guideline.gov</a>
Royal College of Nursing (Großbritannien)	2006	Clinical Practice Guidelines: The nursing management of patients with venous leg ulcers	<a href="http://www.rcn.org.uk">www.rcn.org.uk</a>
National Comprehensive Cancer Network (USA)	2011	Adult Cancer Pain	<a href="http://www.nccn.org">www.nccn.org</a>
Scottish Intercollegiate Guidelines Network (Schottland)	2008	Control of Pain in Adults with cancer. A national clinical guideline	<a href="http://www.sign.ac.uk">www.sign.ac.uk</a>
Registered Nurses Association of Ontario (Kanada)	2007	Nursing Best Practice Guideline: Assessment & Management of Pain	<a href="http://www.rnao.org">www.rnao.org</a>
Bundesärztekammer et al. (Deutschland)	2010	National Guideline for Back Pain	<a href="http://www.versorgungsleitlinien.de">www.versorgungsleitlinien.de</a>
Institute for Clinical Systems Improvement (USA)	2010	Health Care Guideline: Adult low back pain	<a href="http://www.icsi.org">www.icsi.org</a>
National Institute for Clinical Excellence (Großbritannien)	2009	Low back pain. Early management of persistent non-specific low back pain	<a href="http://www.nice.org.uk">www.nice.org.uk</a>

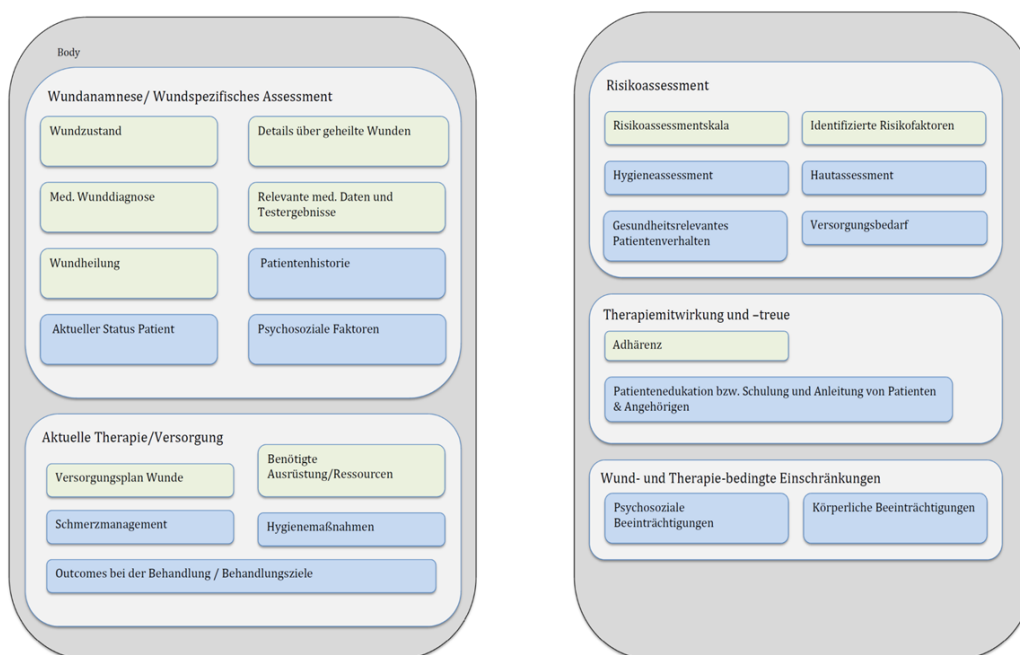
**Tabelle 1: Ausgewählte Leitlinien für Wundversorgung, Rücken- und Tumorschmerz**

### 3.3 Erfassung von Informations- und Prozessanforderungen: Delphibefragungen und Experteninterviews

Im Folgenden sollen in erster Linie exemplarisch die Ergebnisse der Delphi-Befragungen und Experteninterviews aus dem Bereich der chronischen Wunde dargestellt werden, da die Anwendung der beschriebenen Methoden hier am weitesten fortgeschritten ist. Die Delphi-Runden resultierten in einer "beachtlichen" Übereinstimmung innerhalb der pflegerischen Experten (n=11). Dies verdeutlicht der Fleiss Kappa Koeffizient:  $\kappa = 0.64$  (erste Runde),  $\kappa = 0.65$  (zweite Runde),  $\kappa = 0.71$  (letzte Runde). Die Analyse der Übereinstimmung zu den einzelnen Items offenbarte allerdings auch klare Differenzen: Während bei dem Wundassessment selbst schnell eine Übereinstimmung erreicht werden konnte, wurde ein Konsens in den patientenbezogenen Items, wie u.a. psychosozialen Faktoren, erst in der letzten Runde erreicht.

Obwohl die Expertengruppe für die Interviews sehr heterogen zusammengesetzt war (n=8), zeigte sich ein konsistentes Bild. Die Experten stimmten darin überein, dass unzureichende Diagnostikprozeduren und der mangelnde Informationsfluss seitens des Hausarztes die Hauptprobleme in der Versorgung darstellten. Ein weiteres häufig beschriebenes Problem war die Budgetproblematik im Bereich der chronischen Wunden. Alle Interviewten äußerten den Wunsch nach einer Person, die für die Steuerung des gesamten Versorgungsprozesses verantwortlich ist und beschrieben den Bedarf an weiteren Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen zur Schaffung einer Wissensbasis für alle beteiligten Akteure.

Die Informations- und Prozessanforderungen aus den Wundleitlinien waren zum Teil identisch mit denen aus den Delphi-Befragungen und Experteninterviews; gleichzeitig bestanden aber auch Differenzen. Die in den Leitlinien für eine intersektorale bzw. multiprofessionelle Kommunikation empfohlenen Informationsitems fanden auch in der Delphi-Befragung eine hohe Zustimmung (siehe Bild 2, grüne Felder). Über diese Empfehlungen hinaus wünschten sich die Experten eine lange Liste an Items, die im Befragungsdatensatz aufgeführt waren, jedoch in den Leitlinien nicht explizit für die multiprofessionelle Kommunikation empfohlen wurden. Verdeutlicht wird dies in Bild 2, in welchem die zusätzlichen Items der Experten in blau hervorgehoben sind. In den Bereichen Wundanamnese, aktuelle Therapie und Versorgung, Risikoassessment und Therapiemitwirkung und -treue wurden von den Experten jeweils einzelne zusätzliche Items als notwendig erachtet. Darüber hinaus wurde ein eigenständiges Segment zu Einschränkungen des Patienten von den Teilnehmern der Delphi-Befragung hinzugefügt.



**Bild 2: Modell des Datensatzes zur intersektoralen Wundversorgung – basierend auf Literatur - und Delphi-Ergebnissen**

Die Soll-Prozesse aus den Leitlinien ähnelten den von den Experten geforderten Prozessen. Besonders deutlich wurde dies in der Lotsenfunktion des Hausarztes, die sich aus den Empfehlungen der Leitlinien ableiten ließ, und gleichzeitig auch von den Experten gefordert wurde. Vergleicht man jedoch die aktuellen Ist-Prozesse aus der Praxis mit den Soll-Prozessen aus den Leitlinien zeigten sich signifikante Unterschiede. Ähnliche Diskrepanzen zwischen Ist-Prozessen aus der Praxis und den leitlinien-geforderten Soll-Prozessen zeigten auch die ersten Interviews im Bereich des Tumorschmerzes.

### 3.4 Modellierung der Prozessanforderungen

Die Ergebnisse des Literaturreviews und der Marktanalyse zur Identifikation der passenden Prozessmodellierungssprache (Tab.2) zeigten als Ergebnis ein klares Muster zugunsten von UML und BPMN



## 4 Diskussion

Die erste Forschungsfrage war, wie generische und möglichst allgemeingültige Informations- und Prozessanforderungen für Informationsketten-Modelle entwickelt werden können. Von den hier angewendeten Methoden spiegelten einzig die Leitlinien einen konsolidierten 'state of the art' innerhalb einer Disziplin wider. Viele der untersuchten Leitlinien sind evidenzbasiert und tragen internationales Wissen zusammen. Sie erwiesen sich als hilfreich, um Empfehlungen zu zentralen Informationen, beispielsweise über Wundbeschreibungen oder Schmerzassessments, direkt zu übernehmen oder abzuleiten. Aufgrund der unterschiedlichen in die Versorgung involvierten Professionen und medizinischen Fachdisziplinen, existieren jedoch viele Leitlinien mit zum Teil sehr heterogenen Schlussfolgerungen zur bestmöglichen Versorgung. Vor diesem Hintergrund war es schwer, eine Entscheidung hinsichtlich der Verwendung einer bestimmten Leitlinie zu treffen. Der Einsatz nationaler Leitlinien, wie u.a. der zu Typ-2-Diabetes (Fußkomplikation) und Rückenschmerz, welche von allen im jeweiligen Feld relevanten wissenschaftlichen Fachgesellschaften erstellt wurden, kann diesem Problem entgegenwirken. Obwohl Modelle, die auf Basis klinischer Leitlinien entwickelt werden, die größte Generalisierbarkeit aufweisen, spiegeln sie vielleicht nicht die Anforderungen der Praktiker wider. Dieses zeigte sich bei den Ergebnissen der Delphi-Befragungen und der Experteninterviews. Vor dem Hintergrund, dass Systeme und Standards erstellt werden sollen, die in der 'realen Welt' akzeptiert werden, müssen Modelle, die eine Basis für Systeme und Standards darstellen, gemäß der Anforderungen der aktuellen Praxis modifiziert werden. Zudem fokussieren die Leitlinien sich in erster Linie auf intrainstitutionelle Prozesse und geben wenig Hinweise zur intersektoralen Kommunikation, so dass ein Einbezug der Praxis unabdingbar war.

Dies führt zu der zweiten Frage: Gibt es eine Methode, unter den Akteuren in der Praxis einen Konsens zu erzielen? Da die aktuelle Praxis keinen monolithischen bestmöglichen Weg vorgibt, wurde ganz bewusst die Delphi-Methode eingesetzt, um zu erfahren, ob ein Konsens erreicht werden kann. Die erste vollständig durchgeführte Delphi-Befragung zeigte ermutigende Ergebnisse: Der Kappa Koeffizient stieg mit den Runden an und es konnte ein "beachtliches" Niveau an Übereinstimmung erlangt werden. Im Vergleich zur Gruppendiskussion, die auch eingesetzt, später aber verworfen wurde, erscheinen die Ergebnisse auf Basis der Delphi-Methode als weniger spontan und deutlich besser reflektiert. Allerdings ist die Delphi-Methode sehr zeitaufwändig (bis zu fünf Monaten) und erfordert vom Moderator eine ständige Motivierung der Experten, die Vorschläge zu kommentieren. Im Gegensatz zu den Delphi-Befragungen ermöglichen Experteninterviews keinen Konsens sondern eher die Erfassung des Gesamtbildes mit seinen vielen verschiedenen Wegen. Die möglichen Diskrepanzen zwischen den Interviewergebnissen müssen später durch die Person aufgelöst werden, die das Material analysiert.

Basierend auf den im Voraus unterstellten Differenzen zwischen den Leitlinien und der aktuellen Praxis bestand eine weitere Frage darin, wie Anforderungen aus evidenzgestütztem Wissen mit denen der Praktiker für die Generierung innovativer und gleichzeitig realistischer Anforderungen kombiniert werden können. Das daraufhin entstandene multimethodische Vorgehensmodell erwies sich als sehr sinnvoll. Ausgehend von Leitlinien und Standards wurden die Empfehlungen in der Empirieebene mit Experten aus der Praxis diskutiert und modifiziert, so dass angereicherte Informations- und Prozessmodelle entwickelt werden konnten: Experteninterviews waren dabei ein gutes Mittel, diese zwei Anforderungsquellen zu vergleichen. Sie erlaubten es dem Interviewer, mit dem Interviewten in eine Diskussion über exakt diese Diskrepanzen einzusteigen und dabei zu erfahren, warum Leitlinien nicht beziehungsweise nur zum Teil realisiert wurden.

Den befragten Experten zufolge, wich die aktuelle Praxis deutlich von den Leitlinien ab. Zum Teil ist dies dem Mangel an entsprechenden Strukturen im Gesundheitssystem, wie z.B. einem Case Manager für die Wundversorgung, geschuldet. Interessanter Weise stimmten alle Experten der Nützlichkeit dieser empfohlenen Strukturen und Prozesse aus den Leitlinien zu. Gute Anforderungen können nur mit guten Experten entwickelt werden. Den Erfahrungen in diesem Projekt nach, geht hierbei Qualität vor Quantität. Experten, die Mitglied in einer Gesellschaft sind, vertreten gewöhnlich einen breiteren Wissenshintergrund und sind daher hochqualifiziert, um an Delphi-Befragungen und Experteninterviews teilzunehmen.

Abschließend bestand die Frage, auf welche Art und Weise die Ergebnisse adäquat dargestellt und modelliert werden können. Die Entscheidung für eine Modellierung in UML wurde aufgrund der besten Ergebnisse bei der Evaluation der Modellierungssprachen getroffen. Somit basieren sowohl die Informations- als auch die Prozessmodelle auf UML, was sicher zu einer höheren Konsistenz beider Modelltypen und einer besseren Möglichkeit der Zusammenführung führt. Die Auswahl von UML wurde trotz der negativen Evaluationsergebnisse hinsichtlich der Nutzungsfreundlichkeit für Nichtinformatiker getroffen, da eine Diskussion mit medizinisch-pflegerischen Experten auf Grundlage der Modelle zunächst nicht vorgesehen ist.

## 5 Schlussfolgerung

Die Kombination von initialen Anforderungen klinischer Leitlinien mit Delphibefragungen und Experteninterviews im Rahmen des multimethodischen Vorgehensmodells, die der Evaluation und Modifizierung von Leitlinienempfehlungen diene, erwies sich als praktikabel und nützlich zur Ermittlung von Informations- und Prozessanforderungen. Daher werden wir diesen Ansatz fortführen und weitere Delphi-Befragungen und Experteninterviews vornehmen, um zusätzliche Stakeholdergruppen einzubinden. Zur Identifizierung weiterer relevanter Informationsitems sollen zudem Dokumentenanalysen dienen. Zusätzlich wird eine Validierung der entwickelten Modelle durch Fachverbände und -gesellschaften notwendig sein. Die sich anschließend ergebenden finalen Referenzmodelle werden als UML Diagramme dargestellt, um sie zur Standarderstellung und zur Analyse von Anforderungen des Datenschutzes zu verwenden. Detaillierte klinische Modelle, wie z.B. HL7 templates oder openEHR Archtypen, werden zur Weiterentwicklung der Modelle verwendet [5].

## 6 Danksagung

Das IKM health Projekt wird von der Europäischen Union und dem Land Niedersachsen innerhalb des EFRE Programms finanziert. Wir möchten zudem allen Experten danken, die in diesem Projekt mit ihrer unbezahlbaren Erfahrung mitwirken.

## 7 Literatur

- [1] Gläser, J; Laudel, G (2006): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 2. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [2] Jardim Nunes, N (2005): UML Modeling Languages and Applications. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [3] Pohl, K (2010): Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [4] Dickmann, F; Mohammed, Y; Munzel, R; Rey, S; Rienhoff, O (2008): IT- und Prozessdokumentation im klinischen Umfeld. Forum der Medizin-Dokumentation und Medizin-Informatik 2008(2), 69-73.
- [5] Goossen, W; Goossen-Baremans, A; van der Zel, M (2010): Detailed clinical models: a review. Healthc Inform Res. 16(4):201-14.
- [6] Hübner, U; Flemming, D; Heitmann, KU; Oemig, F; Thun, S; Dickerson, A; Veenstra, M (2010): The need for standardised documents in continuity of care: results of standardising the eNursing summary. Stud Health Technol Inform. 160:1169-73.
- [7] Keeney, S, Hasson, F, McKenna, H. Consulting the oracle: ten lessons from using the Delphi technique in nursing research. Journal of Advanced Nursing. 2006;53(2):205-212.
- [8] Landis, JR; Koch, GG (1977): The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 33:159-74.
- [9] Olvingson, C; Hallberg, N; Timpka, T; Lindqvist, K (2002): Requirements Engineering for inter-organizational health information systems with functions for spatial analyses: modeling a WHO safe community applying Use Case Maps. Methods Inf Med. 41(4):299-304.
- [10] Scheer, AW; Thomas, O; Adam, O (2005): Process Modeling using Event-Driven Process Chains. In: Dumas M, der Aalst WMP, ter Hofstede AHM (eds) Process-Aware Information Systems: Bridging People and Software through Process Technology Wiley: NJ, doi: 10.1002/0471741442.ch6.
- [11] Teixeira, L; Ferreira, C; Santos, BS (2007): Using task analysis to improve the requirements elicitation in health information system. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2007;3669-72.
- [12] Yun, JH; Kim, IK (2007): Processing HL7-CDA Entry for Semantic Interoperability. Proceedings of the 2007 International Conference on Convergence Information Technology.
- [13] Object Management Group/Business Process Modeling Initiative. [www.bpmn.org](http://www.bpmn.org). (accessed 22<sup>nd</sup> Aug 2011). Abgerufen am 22.08.2011.





# **Supply Chain Management von Arzneimitteln und Medikalprodukten im Krankenhaus – Ziele, Vorgehensweise und erste Ergebnisse eines Projektes**

## **Thomas Lux**

Ruhr-Universität-Bochum, Competence Center eHealth Ruhr, 44780 Bochum,  
E-Mail: [thomas.lux@rub.de](mailto:thomas.lux@rub.de), [www.ccehr.de](http://www.ccehr.de)

## **Roland Gabriel**

Ruhr-Universität-Bochum, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 44780 Bochum,  
E-Mail: [rgabriel@winf.rub.de](mailto:rgabriel@winf.rub.de), [www.winf.rub.de](http://www.winf.rub.de)

## **Alexander Wagner**

Ruhr-Universität-Bochum, Competence Center eHealth Ruhr, 44780 Bochum,  
E-Mail: [awagner@winf.rub.de](mailto:awagner@winf.rub.de), [www.ccehr.de](http://www.ccehr.de)

## **Patrick Bartsch**

Ruhr-Universität-Bochum, Competence Center eHealth Ruhr, 44780 Bochum,  
E-Mail: [pbartsch@winf.rub.de](mailto:pbartsch@winf.rub.de), [www.ccehr.de](http://www.ccehr.de)

## **Abstract**

Die Betrachtung und Analyse der Supply Chain (Versorgungskette) zur Belieferung bzw. Versorgung der Stationen und Bereiche im Krankenhaus mit Medikalprodukten und Medikamenten findet bislang nur unzureichend statt, obwohl hier im Hinblick auf die Effizienz, die Wirtschaftlichkeit und nicht zuletzt die Patientensicherheit durch ein geeignetes Supply Chain Management hohe Verbesserungspotenziale zu vermuten sind. Daher wurde zusammen mit Anwendungspartnern (Krankenhäusern), Forschungseinrichtungen und mit Partnern aus der Medikal- und Medikamentenbranche ein Projekt<sup>1</sup> initiiert, welches aus EU-Mitteln gefördert wird. Ziel des Projektes ist es, eine Supply Chain vom Hersteller bis hin zur Anwendung am Patienten zu entwickeln, welche sowohl effizient aus wirtschaftlicher Sicht ist, als auch die Patientensicherheit und damit die Versorgungsqualität verbessert.

---

<sup>1</sup> Das Gesamtprojekt hat ein Volumen von über 5 Mio. Euro bei einer Laufzeit von 36 Monaten und wird mit 50% vom Land NRW (ZIEL2-Förderung) und der Europäischen Union (EFRE-Programm) gefördert.  
<http://www.e-medppp.de>

Das Projekt befindet sich derzeit in der Durchführungsphase. Im Rahmen des Beitrages werden die Ausgangssituation, die Projektplanung und gesetzte Projektziele sowie erste Ergebnisse dargestellt. Im Rahmen des Projektfortschritts werden Teilarbeitspakete bereits umgesetzt.

## 1 Einleitung

Logistikprozesse im Gesundheitswesen und insbesondere im Krankenhaus bei der Versorgung mit Medikalprodukten und Pharmazeutika sind gekennzeichnet durch Schnittstellen und Systembrüche. Ursächlich dafür sind differente und nicht-integrierte Systeme der verschiedenen Akteure, der Einsatz nicht-standardisierter Kennzeichnungs- und Identifizierungsverfahren und auch die Nutzung individueller Stammdaten. Kosten- und Effizienzvorteile, welche in anderen Branchen durch den Einsatz des Supply Chain Management selbstverständlich realisiert werden, finden im Krankenhausbereich bislang kaum Anwendung. Wie in anderen Studien ersichtlich, ist der Handlungsbedarf gerade im Bereich des Gesundheitswesens und des Krankenhauses sehr groß. [12] Zur Verbesserung dieser Situation wurde ein Projekt initiiert mit dem Ziel, eine geeignete technisch-organisatorische Lösung für einen Beschaffungsprozess zu entwickeln. Die Projektpartner stammen aus allen Bereichen des Beschaffungsprozesses sowie verschiedenen Forschungseinrichtungen. Weiterhin wird in dem Projekt ein wichtiger Fokus auf die Medikationssicherheit und damit indirekt auf die Patientensicherheit gelegt.

Bisherige Projekte in diesem Bereich blieben erfolglos, da z.B. nicht alle relevanten Partner der Wertschöpfungskette involviert wurden, oder waren so individuell aufgestellt, dass eine Übertragung auf andere Einrichtung mit anderen Partnern nicht möglich ist. Weiterhin betrachteten die meisten Projekte bislang nur Teilaspekte der Wertschöpfungskette. Zur Wahrung der größtmöglichen Erfolgchancen für ein Projekt, was die Supply Chain und die Patientensicherheit betrachtet war es daher wichtig, die vorgenannten Fehlerquellen möglichst auszuschalten. Innerhalb des Projektes sind daher alle Akteure der Supply Chain – vom Hersteller bis zum Patienten – wie auch konkrete Projektziele, die die Patientensicherheit betreffen, integriert. Dieser ganzheitliche Betrachtungsansatz und die breite Aufstellung der Projektpartner ist in diesem Arbeitsbereich bisher neu. Der nachfolgende Beitrag liefert einen Überblick über die Ausgangssituation, die Vorgehensweise im Rahmen des Projektes und die geplanten Projektziele.

## 2 Problembereiche der Beschaffungsprozesse im Krankenhaus

Der Beschaffungsprozess im Krankenhaus unterscheidet sich stark von Beschaffungsprozessen in der Industrie und Konsumgüterwirtschaft, bei denen bereits ein hoher Grad an Optimierung erreicht ist. Gründe für diesen Unterschied sind mangelnde Standards, viele Akteure mit verschiedenen Verantwortungsbereichen entlang der Beschaffungskette und eine komplexe Bedarfsstruktur. Die Abläufe im Krankenhauswesen sind geprägt von interner und externer Heterogenität. Nicht vorhandene Regelungen für die Krankenhausbeschaffung können ein Grund sein, aber auch die unterschiedliche Ausstattung einzelner Krankenhäuser hinsichtlich der Raumverteilung, des Personals und der Technologie tragen erheblich zu den großen Unterschieden in der Beschaffungskette bei. Die krankenhausinternen Prozesse sind in der Regel historisch gewachsene Strukturen, die aus den personellen, räumlichen,

fachlichen und finanziellen Gegebenheiten entstanden sind und sich verfestigt haben. Dementsprechend unterscheiden sich diese Prozesse stark von Krankenhaus zu Krankenhaus. [1] Auf diese gegebene Struktur der Krankenhäuser haben sich Lieferanten eingestellt und bieten ihren „Kunden“ verschiedene flexible Lösungen der Kommunikation und Belieferung, ohne die Notwendigkeit, ihre etablierten Strukturen anpassen zu müssen. Aufgrund mangelnder Personalkapazitäten und fehlenden Wissens ist die Entwicklung einer strategischen Beschaffung mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie in vielen Krankenhäusern nicht möglich. Erschwerend kommt hinzu, dass im Markt für Beschaffungssysteme viele Lösungsmöglichkeiten existieren, sich bisher aber kein Standard bewährt oder heraus kristallisiert hat, an dem sich Krankenhäuser zuverlässig orientieren können. Hier kommt der Versorgungsqualität des Patienten als weitere Besonderheit des Krankenhausbeschaffungsprozesses eine zentrale Rolle zu. Diese ist für die Leistungserbringer, die Ärzte und das Pflegepersonal von vorrangiger Bedeutung und kompromisslos einzuhalten. [6] Im Kontrast dazu stehen die Bemühungen des Krankenhausmanagements, die Kosten der Beschaffung zu minimieren. Im Zusammenhang mit dem hohen Leistungsdruck der Leistungserbringer [10] ergeben sich daraus Interessenskonflikte.

Anders als in der industriellen Beschaffung ist der Bedarf an Medikamenten und Medikalprodukten im Krankenhaus abhängig vom Krankheitsbild des Patienten und den Diagnosen, die durch einen behandelnden Arzt gestellt werden. Bei diesen Medikamenten und Medikalprodukten handelt es sich um komplexe Produkte die ein hohes Maß an Wissen für die Bewertung, Auswahl und Anwendung erfordern [6]. Trotz hoher Qualitätsansprüche können Leistungserbringer das Ergebnis oder den Verlauf einer Patientenbehandlung im Krankenhaus nur begrenzt kontrollieren, da diese auch zu einem großen Teil vom Handeln des Patienten während seiner Behandlung und seinem physischen Zustand vor der Behandlung abhängt. Effekte medizinischer und pflegerischer Handlungen sind daher schwer zu antizipieren [6]. Der Bedarf eines Krankenhauses ist somit schwer planbar und gewinnt mit zunehmender Bettenzahl und Vielfalt der Fachabteilungen an Komplexität.

### **3 Rahmendaten und Ziele des Projektes e-med PPP**

#### **3.1 Projektorganisation**

Das hier vorgestellte Projekt „e-med PPP - Elektronische Optimierung der Logistik-Wertschöpfungsketten und Patientensicherheit in Krankenhäusern“<sup>2</sup> hat ein Gesamtvolumen von 5.1 Mio. Euro und wird zu 50 Prozent aus Mitteln des Landes NRW im Rahmen der Ziel2-Förderung und durch die europäische Union (EFRE-Mittel) gefördert. Ziel des Projektes ist die „Optimierung“ der Versorgungskette von Medikalprodukten und Medikamenten vom Hersteller bis zum Patienten. Dabei handelt es sich um ein Gemeinschaftsprojekt von Partnern aus Wissenschaft, Industrie, Handel, Logistik und Anwendungspartnern (Krankenhäusern). Ein wesentlicher Fokus des Projektes ist damit das Lieferketten- bzw. Wertschöpfungskettenmanagement (Supply Chain Management) von Medikamenten und Medikalprodukten innerhalb eines Krankenhauses und auch an der Schnittstelle zwischen Lieferant und Krankenhaus, wie im nachfolgenden Abschnitt erläutert.

---

<sup>2</sup> <http://www.e-medppp.de>

### 3.2 Supply Chain Management im Krankenhaus

Aus der elektronischen Vernetzung der Beschaffungskette im Sinne des eProcurement-Ansatzes resultieren bessere Daten- bzw. Informationsmengen, verbesserte Abläufe sind möglich und auch neue Geschäftsmodelle denkbar. Ziel ist eine effiziente Beschaffungskette im Krankenhaus. Wichtige Voraussetzung für die Umsetzung dieser Effizienzpotenziale ist die Anwendung des Supply Chain Management. Dieses bezeichnet die integrierte prozessorientierte Gestaltung, Planung, Steuerung und Kontrolle der Güter-, Informations- und Geldflüsse entlang der gesamten Wertschöpfung vom Kunden bis hin zum Rohstofflieferanten. Bei der Anwendung auf das Krankenhaus handelt es sich beim „Kunden“ in letzter Instanz um den Patienten, der z.B. ein bestimmtes Medikament benötigt und bei dem Rohstofflieferanten um die Hersteller von Medikamenten und Medikalprodukten. [8]

Damit umfasst diese Perspektive den Wertschöpfungsprozess von der Herstellung der Arzneimittel bis zur Anwendung der Produkte am Patienten. Der Focus liegt dabei weniger auf dem Herstellungsprozess mit den genannten Veredelungsstufen, der im Sinne des Krankenhauses als gelöst betrachtet wird, sondern auf der Kette vom Lieferanten bis hin zum Krankenhaus und der Anwendung am Patienten. Supply Chain Management beschreibt dabei die aktive Gestaltung aller Prozesse, um Kunden oder Märkte, hier also Krankenhäuser und in der letzten Stufe den Patienten als Kunden im Krankenhaus, wirtschaftlich mit Produkten, Gütern und Dienstleistungen zu versorgen. Die ärztliche oder pflegerische Tätigkeit am Patienten unter Verwendung von Medikalprodukten und Medikamenten, wie eine Operation oder ein Verbandswechsel auf der Station kann dabei als Dienstleistung angesehen werden. Die Dienstleistung ist nur dann möglich, wenn die Versorgungskette mit dem erforderlichen Material sichergestellt ist.

Im Unterschied zum Begriff Logistik beinhaltet Supply Chain Management dabei neben den physischen Aktivitäten auch die begleitenden Auftragsabwicklungs- und Geldflussprozesse, wie Bestellung, Lieferschein und Rechnung. Diese unterscheiden sich im Gesundheitswesen nicht von anderen Branchen, einzelne Abwicklungen beinhalten jedoch Besonderheiten auf die in den folgenden Abschnitten eingegangen wird.

Durch den papierlosen Austausch von planungsrelevanten Daten (elektronischer Datenaustausch) können die Beschaffungs-, Produktions- und Vertriebsplanungen auf den verschiedenen Stufen aufeinander abgestimmt werden. Somit kann auf Störungen unmittelbar mit Planänderungen (z.B. Umstellung der OP-Planung) aufgrund von elektronischen Mitteilungen bzw. Hinweisen (z.B. Bestellbestätigung) reagiert werden.

### 3.3 Ziele des Projektes e-med PPP

Zu Beginn des Projektes erfolgte die Definition von Zielen, welche z.T. grundlegende und allgemeine Ziele der Verbesserung im Rahmen eines Reengineering-Prozesses betrachten. Darüber hinaus erfolgt die Definition anwendungsspezifischer Ziele, welcher in dem Anwendungsbereich „Krankenhaus“ von besonderer Bedeutung sind. Die Ziele des Projektes wirken sich überwiegend direkt auf die Logistikprozesse aus.

Dabei sollen durch ein effizientes Bestellmanagement Lagerhaltungs- und Transportkosten reduziert werden. Weiterhin sollen Liegezeiten soweit möglich vermieden werden. Durch die Unterstützung des gesamten Prozesses mit Informations- und Kommunikationssystemen

ist eine Verbesserung der Termintreue und insbesondere die Verbesserung des zwischenbetrieblichen Informationsstands über entstehende Störungen in der Logistikkette zu erwarten.

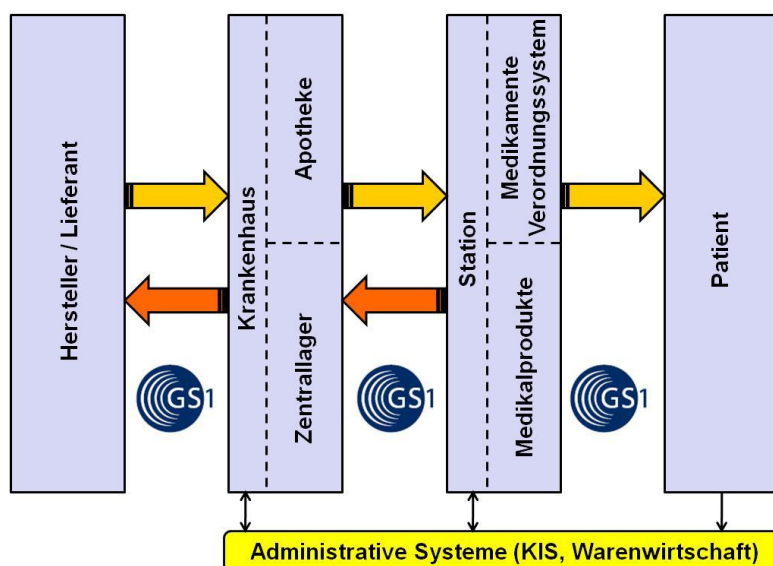
Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Verbesserung der Medikationssicherheit. Laut anerkannter Studien ist die Anzahl an Fehlmedikationen im Gesundheitsbereich und insbesondere im Krankenhaus erheblich. [9] Fehlerquellen hierfür sind: Verwechseln (falsches Medikament oder falscher Patient), Verrechnen (falsche Dosierung), Verschreiben (Fehler in der Verordnung des Arztes oder Übertragungsfehler), Verlesen (Lesefehler bei der Verordnung), Verhören (bei mündlich angeordneter Medikation) oder Vergreifen (Fehlauswahl eines Medikaments oder Fehlstellung am Patienten). Darüber hinaus sind Kontraindikationen mit weiteren Medikationen eine häufige Fehlerquelle. Ziel des Projektes ist es, die Risiken der Medikation zu verringern, beispielsweise durch den Einsatz eines CPOE-Systems (Computerized Physician Order Entry). Weiterhin sind eine verursachungsgerechte Kostenzuordnung der Medikation und Medikalprodukteversorgung auf einen Patienten derzeit nur mit einem sehr hohen manuellen Aufwand möglich, z.B. durch Nachbetrachtung und Auswertung der Medikationslisten. Durch die IT-technische Unterstützung des Prozesses sind auch hier Verbesserungen realisierbar.

Ein weiteres Ziel des Projektes ist die Übertragbarkeit auf andere Krankenhäuser und deren Partner. Eine Referenzlösung soll geschaffen werden, welche sowohl von der technischen Seite her, also Schnittstellen zu bestehenden Systemen, als auch von der Organisation der internen und externen Prozesse möglichst offen und übertragbar ist. Als Lösungskonzept wird ein Baukastensystem entwickelt, welches für jeden Bereich der Wertschöpfungskette, vom Lieferanten bis zum Patienten, differente technisch-organisatorische Lösungsmöglichkeiten aufzeigt, welche (mehr oder weniger) der optimalen Prozesskette angenähert sind. Die Messung der Zielerreichung erfolgt ebenfalls anhand des Baukastensystems und unter Berücksichtigung der Projektziele, in wieweit sich z.B. Durchlaufzeiten, Häufigkeiten oder Wahrscheinlichkeiten einer Fehlmedikation bei Implementierung des neuen Prozesses gegenüber der Ausgangssituation verändert haben.

## **4 Vorgehensweise im Rahmen des Projektes**

Im Rahmen des Projektes erfolgte zunächst eine Analyse der Ist-Situation. Geeignete Analysebereiche (Stationen/Fachbereiche) wurden mit allen beteiligten Partnern ausgewählt, analysiert und modelliert. Die Erfassung von Zeit-, Kostengrößen und Häufigkeiten schloss sich an. Anschließend folgte die Erarbeitung möglicher Soll-Szenarien (Baukasten) und deren Bewertung. Diese bilden die Basis für die Auswahl eines geeigneten Szenarios und dessen Implementierung. Die ausführliche Beschreibung der einzelnen Schritte und dessen Ergebnisse folgt in den nachfolgenden Abschnitten.

Ausgangspunkt der Betrachtung ist die Analyse der aktuellen Ist-Situation. Dies umfasst die Betrachtung der gesamten logistischen Prozesskette vom Hersteller bis zum Patienten.



**Bild 1: Logistische Prozesskette vom Hersteller bis zum Patienten**

Es entsteht ein Arzneimittel- bzw. Medikalproduktebedarf auf einer Station z.B. durch Erreichen der Mindestbestandsmenge eines Produktes im Arzneimittel- bzw. Medikalprodukteschrank. Entsprechend ist eine Anforderung an das Zentrallager (Medikalprodukte) oder die Zentralapotheke (Arzneimittel) zu stellen. Zentrallager und Zentralapotheke wiederum bestellen ihre Ware bei Herstellern, Logistik-Zentren oder Handelsplattformen. Zu der Betrachtung der logistischen Prozesskette gehört eine Analyse des physischen Warenflusses mit seinen jeweiligen Besonderheiten, der Daten in der Logistikkette, der Kennzeichnungs- und Identifikationsstandards, der bereits vorhandenen IT-Unterstützung der Prozesse, der Transaktionsprozesse sowie der krankenhausspezifischen Besonderheiten.

#### 4.1 Prozessaufnahme der Versorgungsprozesse (Ist-Analyse)

Die Prozessaufnahme und die anschließende Analyse sind für den Erfolg des Projektes von entscheidender Bedeutung. Hier gilt es eine möglichst hohe Transparenz der Situation in einem Krankenhaus zu erreichen, um anschließend zu einem realisierbaren Soll-Konzept zu kommen.

##### 4.1.1 Auswahl der Analysebereiche

Für eine umfassende Analyse der logistischen und IT-bezogenen Prozesse innerhalb der beteiligten Projektkrankenhäuser wurden die Stationen Ambulanz und zentrale Aufnahme, Normalstation (eine Privatstation und eine chirurgische Station), OP und Anästhesie, Intensivstation sowie ein Funktionsbereich (Dialyse) ausgewählt. Weiterhin wurden die Apotheke und das Zentrallager betrachtet, da sie die einzelnen Stationen versorgen und auch die Schnittstelle zum Lieferanten bilden.

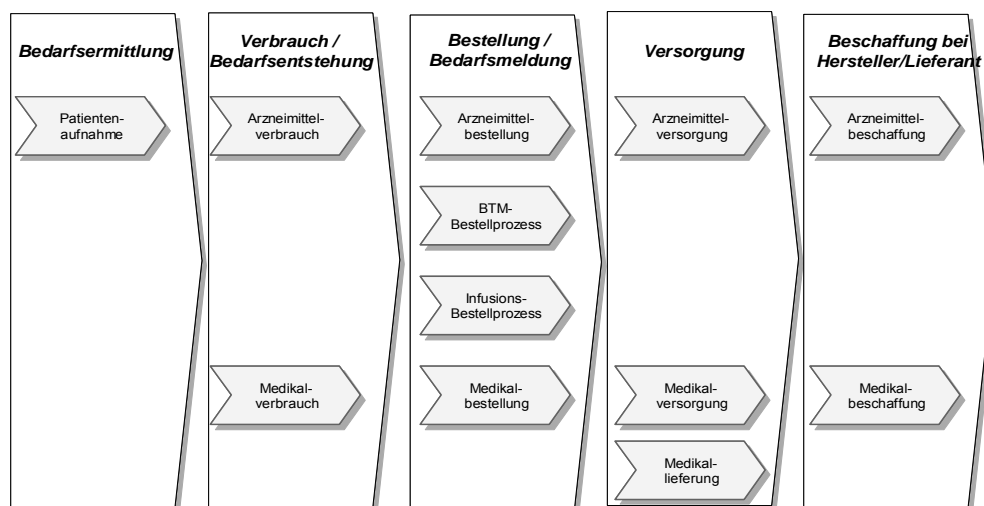
##### 4.1.2 Analyse des Sachlogischen Prozessablaufes

Um eine logisch-sachgerechte und damit repräsentative Darstellung der Prozessabläufe innerhalb der Referenzkrankenhäuser Marienhospital Herne und des Gemeinschaftskrankenhauses Herdecke zu erreichen, war eine Vor-Ort-Analyse notwendig. So konnten

Akteure innerhalb der einzelnen Prozesse direkt befragt und mögliche Fehler bei der späteren Modellierung vermieden werden. Besichtigungen auf den einzelnen Stationen der Krankenhäuser ermöglichten eine realitätsnahe Aufnahme der Ist-Prozesse. Im Rahmen dieser Vor-Ort-Analyse wurden die eingesetzten Anwendungssysteme, Organisationseinheiten und medizinische Geräte dokumentiert. Bereits während der Befragungen konnte eine erste Skizzierung der Modelle vorgenommen werden. Diese ersten Skizzen sowie ergänzende Audio-Aufnahmen waren wichtige Elemente bei der späteren strukturellen Modellierung<sup>3</sup>. Um Fehler zu vermeiden wurden die ersten Modellierungsergebnisse den Krankenhäusern zurückgespielt. Weitere Korrekturen konnten durch direkte Befragungen durchgeführt werden.

#### 4.1.3 Modellierung des Prozessablaufes

Eine Wertschöpfungskette bezüglich des Verbrauches von Arzneimitteln bzw. Medikalprodukten und auch der Versorgung mit Arzneimitteln bzw. Medikalprodukten stellt ein geeignetes Überblicksmodell dar. Die Wertschöpfungskette visualisiert den Weg, den Arzneimittel- bzw. Medikalprodukte in allen Prozessabläufen durchlaufen. Wie in Bild 2 dargestellt, kann die Wertschöpfungskette in fünf Bereiche unterteilt werden.



**Bild 2:** Wertschöpfungskette der Supply Chain eines Krankenhauses

Beginnend mit der Aufnahme des Patienten wird die erste Säule der Bedarfsermittlung vorgestellt. Die zweite Säule definiert die Bedarfsentstehung bzw. den Verbrauch. Die dritte Säule beschreibt die Bedarfsmeldung bzw. die Bestellung der Produkte und die vierte Säule die Versorgung der Patienten bzw. die Bedarfssättigung. Die fünfte und letzte Säule umfasst die Beschaffung der Produkte beim Lieferanten bzw. Hersteller. Die einzelnen Elemente der Wertschöpfungskette beinhalten wiederum Teilprozesse. Hier sind sowohl Gemeinsamkeiten als auch Differenzen innerhalb der einzelnen Elemente der Wertschöpfungsketten der beiden Krankenhäuser zu beachten, da deren Arbeitsabläufe nicht deckungsgleich sind und diese Differenzen für das spätere Soll-Konzept zu berücksichtigen sind.

<sup>3</sup> Die Modellierung erfolgte mit der ARIS-Plattform [11], da alle Beteiligten hiermit bereits Erfahrungen gesammelt hatten. Allerdings verfügen auch andere Werkzeuge über geeignete Funktionalitäten und würden zu gleichen Ergebnissen führen. Aufgrund der Bekanntheit und Verbreitung von ARIS erfolgt eine Beschreibung und Diskussion des Werkzeuges hier nicht.

#### 4.1.4 Erhebung von Zeit- und Kostengrößen

Neben der Analyse der Verordnungs- und Verbrauchsprozesse der Arzneimittel- und Medikalprodukte gehört die „Optimierung“ der internen und externen Arbeitsabläufe zu den Projektzielen. Dies erforderte eine Erfassung und Untersuchung der aktuellen Ist-Zeitgrößen und Häufigkeiten vor Ort. Die Erfassung des Zeitverbrauchs pro Prozess erfolgte nach der Modellierung und Definition der Prozesse. Die Erfassung der Zeiten und Häufigkeiten fand über einen Zeitraum von 2 Wochen statt. Die Messung der Zeiten erfolgte sowohl durch Projektmitarbeiter als auch durch das Krankenhauspersonal. Dabei geschah die Erfassung anhand mobiler Zeiterfassungsgeräte.<sup>4</sup> Durch Schulungsmaßnahmen wurden Krankenhausmitarbeiter auf eine sachgerechte Handhabung dieser Zeiterfassungssysteme vorbereitet. Aus der Analyse der Zeitgrößen der einzelnen Prozesse konnten Aussagen über die Kostenverbräuche abgeleitet werden. Diese Referenzwerte werden für den Vergleich, vor der Verbesserung der Krankenhausprozesse und nach der Implementierung neuer (DV-gestützter) Prozesse, benötigt.

#### 4.2 Vorstellung des Soll-Konzeptes

Als wesentliche Elemente, neben dem Einsatz technischer Innovationen, welche zu einer effizienten, qualitativ hochwertigen und damit sicheren Wertschöpfungskette führen, wurde der Einsatz von Standards zur Verbesserung der Supply Chain und von CPOE-Systemen zur Verbesserung der Medikationssicherheit lokalisiert.

##### 4.2.1 Standards als notwendige Voraussetzung einer effizienten Supply Chain

Für die Optimierung der Supply Chain ist ein ganzheitlicher Lösungsansatz mit Focus auf die Vernetzung durch Informations- und Kommunikationstechnologie auf Basis von Standards notwendig. Hierbei soll der Wechsel von papierbasierten Prozessen zu einer vollkommen elektronisch vernetzten Beschaffung im Krankenhauswesen entsprechend der Konzepte und Methoden des eProcurement erfolgen. Durch die elektronische Vernetzung der Beschaffungskette entstehen größere Daten- bzw. Informationsmengen, verbesserte Abläufe und neue Geschäftsmodelle und somit letztendlich eine gesteigerte Effizienz und Patientensicherheit der Supply Chain im Krankenhaus. Für die elektronische Vernetzung der Beschaffungskette im Krankenhaus sind Kennzeichnungs-, Identifikations- und Kommunikationsstandards für die unterschiedlichen Aspekte und Akteure notwendig, um das Problem der Heterogenität der Organisationen, Informationen, Anwendungen und der IuK-Technologien zu überwinden. Die Verwendung von Standards ist die effektivste Methode um die Integration zwischen heterogenen Strukturen zu erreichen. [6]

Für die Kommunikation entlang der Supply Chain zwischen den Akteuren gibt es Standards<sup>5</sup>, die den Austausch strukturierter Daten, wie bspw. der GLN, GTIN oder NVE, ermöglichen. Dabei werden beim Electronic Data Interchange (EDI), dem elektronischen Datenaustausch, Daten eindeutig in Syntax, Semantik und ihrem Übertragungsweg definiert. Darauf basierend können Preislisten, Produktkataloge, Bestellungen, Lieferscheine und Rechnungen elektronisch ausgetauscht werden.

---

<sup>4</sup> Eingesetzt wurden die Geräte „Timeboys II“ der Firma Datafox GmbH, Geisa, Deutschland.

<sup>5</sup> Es werden im Rahmen des Projektes die Standards der GS1 (Global Standards) genutzt, welche sich nach derzeitigem Stand im deutschen und europäischen Gesundheitsbereich durchsetzen werden.



Die Global Location Number (GLN) ist eine globale Identifikationsnummer, die zur eindeutigen Beschreibung von Lokationen dient. Dabei beschreibt die GLN nicht nur die gesamten Institutionen als Akteure der Beschaffungskette, sondern bildet auch die organisatorische Struktur der Institution ab. So kann die GLN beispielsweise den Aufbau eines Krankenhauses repräsentieren, in dem Stationen und deren einzelne Lagerplätze für Medikamente oder Medikalprodukte eindeutig durch eine GLN beschrieben werden. Dies ist auch im Zentrallager und der Apotheke sowie bei Herstellern und Logistikdienstleistern möglich. In der Beschaffungskette für das Krankenhaus dient die GLN also zur Institutionen- und Ortsidentifikation.

Die Global Trade Items Number (GTIN) ist eine globale Artikelidentifikationsnummer, die Artikel weltweit eindeutig identifiziert. Eine Identifikation von Medikamenten und Medikalprodukten bietet den Ausgangspunkt für Rückverfolgbarkeit, Serialschutz und Schutz vor Verfälschung sowie eine Erleichterung der Patientendokumentation.

Die Nummer der Versandeinheit (NVE) identifiziert beim Transport zwischen Hersteller und Krankenhaus den Container, die Palette oder den Karton. Dabei kann die NVE zwischen Versender, Empfänger und Transportdienstleister in elektronischen Nachrichten vor, während und nach dem Transport ausgetauscht und erfasst werden. Somit stehen allen Akteuren zu jedem Zeitpunkt elektronische Informationen über die Warenströme und ihren Status zur Verfügung. Optimal ist die automatisierte Einbindung der Daten in das eigene Warenwirtschaftssystem.

Durch Standardisierungen werden Rahmenbedingungen geschaffen, die eine technische und organisatorische Koppelung von Systemen bewirken. Vor allem die semantische Standardisierung der Kommunikationsobjekte, also die Bezeichnung von Medikamenten und Medikalprodukten, Versandeinheiten sowie Krankenhäusern und Herstellern, aber auch die technische und organisatorische Standardisierung der Kommunikationswege entlang der Beschaffungskette, erzeugen Kompatibilität zwischen differenten Anwender- und Rechnerstrukturen sowie von verwendeten Daten und Informationen. [6] Die elektronische Beschaffung bietet Möglichkeiten durch Disintermediation die Transaktionskosten, insbesondere Informationskosten, zu senken und mehr Transparenz zu schaffen. Informationen nehmen im Supply Chain Management eine Schlüsselrolle ein, da sie alle vergangenen, aktuellen und geplanten Geschäftsabläufe repräsentieren. [1] Der Einsatz von IuK-Technologie und Identifikationsstandards entlang der Supply Chain vereinfacht die Datenerfassung, beschleunigt Routinevorgänge, erhöht die Transparenz sowie die Datenqualität und verbindet Krankenhäuser und Lieferanten in Echtzeit. Stehen elektronische Daten und Informationen für Bearbeitung, Strukturierung und Analyse in großer Menge zur Verfügung, können administrative Tätigkeiten effizienter ausgeführt werden. [5] Identifikations- und Kommunikationsstandards vermeiden Medienbrüche und somit Fehler manueller Bearbeitungsschritte entlang der Supply Chain. So kann zusätzlicher Aufwand durch Fehllieferungen aufgrund falscher Daten eingespart werden. Durch den elektronischen Datenaustausch werden mehr Informationen schneller kommuniziert, so kann die Beschaffungszeit verkürzt werden. Der Beschaffungszyklus von der Bestellung über die Lieferung bis zur Rechnungszahlung läuft schneller ab. Außerdem können der Transport, die Einlagerung und Dokumentation optimiert werden. So kommt es zu weniger verfallenden Produkten und einer verbesserten Lagerplatznutzung. Insgesamt soll die Verweildauer des Medikaments aus Beschaffungssicht minimiert werden. [6]

#### 4.2.2 Patientensicherheit im Soll-Konzept

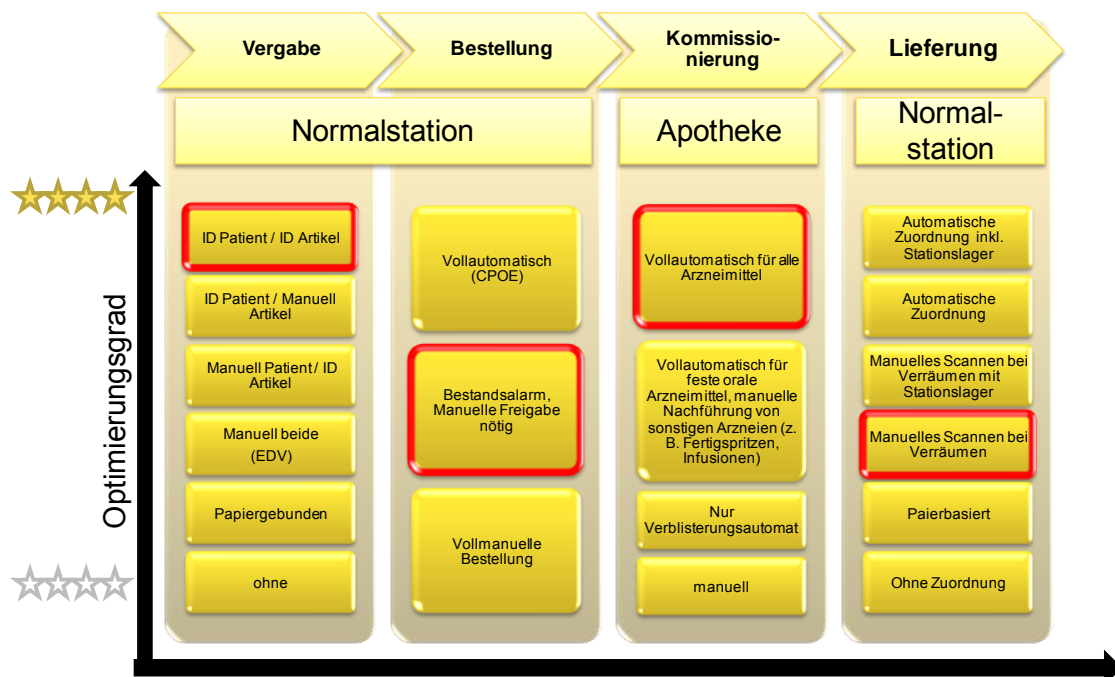
Obwohl Krankenhäuser heutzutage bezüglich Ihrer Software-Ausstattung hoch modernisiert sind, belegen wissenschaftliche Studien, dass es im Hinblick auf den Medikationsprozess oft zu Fehlverordnungen kommt und damit Fehlerquellen in Krankenhausabläufen existieren. [9] So zeigt das Institute of Medicine aus den USA in einer Studie, dass jedes Jahr zwischen 44.000 und 98.000 Amerikaner aufgrund von Fehlverordnungen sterben. [4] Auch die Harvard Medical Practice Study zeigt, dass von hundert Patienten, die von allgemeinen Ereignissen betroffen sind, es sich bei 19,4 % um unerwünschte medikationsbedingte Ereignisse handelt. [4] Eine Studie am Brigham and Women's Hospital in Boston belegt, dass sich die Häufigkeit von Medikationsfehlern durch sogenannte Computerized Physician Order Entry oder kurz CPOE-Systeme in 80% der Fälle vermeiden lässt. [3] Durch einen integrierten Softwareeinsatz in dem Medikationsprozess wird die bedarfsgerechte Anzeige gefilterter und relevanter Informationen ermöglicht. Dieser Schritt setzt ein Fundament in der Qualitätsverbesserung der Behandlungstherapie des Patienten und impliziert, dass die Faktoren Zeit, Zufriedenheit des Patienten, Service im Sinne von Informationstransparenz für den Patienten und den weiterbehandelnden Arzt berücksichtigt werden und ein stärkeres Gewicht tragen. Auch die Möglichkeit der Kostenreduktion im gesamten Medikationsprozess spielt eine wichtige Rolle für einen Systemeinsatz. Die Vermeidung inadäquater Verordnungen reduziert die Häufigkeit von unerwünschten Arzneimittelwirkungen und verkürzt insgesamt die Therapiedauer und damit die Liegezeit pro Patient. Bei der technischen Integration sind dabei alle relevanten Informations- und Kommunikationssysteme innerhalb des Krankenhauses zu berücksichtigen. Eine Integration der Software wird nur dann auf Akzeptanz bei den Prozessbeteiligten stoßen, wenn Sorge dafür getragen wird, dass sie durch die Einführung nicht stärker als zuvor belastet werden. Erfolgsfaktoren wie Akzeptanz, Prozesskonformität und Kosteneffizienz müssen für ein geeignetes Soll-Konzept nicht nur identifiziert, sondern auch quantifiziert und prognostiziert werden. Die Optimierung der Verordnungs- und Verbrauchsprozesse soll durch die Implementierung eines CPOE-Systems verstärkt werden.

## 5 Ergebnisse des Projektes

Eine Reduktion der manuellen Eingriffe und Medienbrüche innerhalb der Verordnungs- und Beschaffungsprozesse führt zu einer Verringerung des Fehlerrisikos. Sowohl die Lieferung falscher Produkte, falscher Mengen, als auch Mehrfachlieferungen aufgrund der Nichtverfolgbarkeit von Bestellungen und Lieferungen lassen sich auf elektronischem Wege deutlich verringern. Durch die Optimierung der Logistikkette wird die Lieferstruktur verbessert. Das führt zur Verbesserung der internen und externen Logistik (z.B. durch Einsparung der Transportwege, Einsparung von Energie). Ferner führt die Optimierung der Logistikprozesse dazu, dass qualifiziertes medizinisches Personal entlastet wird und sich voll auf seine Kernprozesse, d.h. ärztliche und/oder pflegerische Tätigkeit konzentrieren kann. Die Optimierung der Verordnungsprozesse steigert die Patientensicherheit und führt zu Verkürzung der Liegezeiten der Patienten und folglich auch zu einer Entlastung des Personals.

Aufbauend auf der Ist-Analyse der aufgenommenen und modellierten Prozesse wurde von den wissenschaftlichen Partnern ein Soll-Konzept entwickelt. In diesem Soll-Konzept wurde

sowohl der nach dem heutigen Stand der Kenntnisse über Verfahren und einsetzbare Technologien (Hard- und Software) optimale Prozessablauf („Goldstandard“), als auch mögliche Alternativen dargestellt und erläutert. Dabei zeigt die senkrechte Achse (Optimierung) an, in wie weit das Verfahren bzw. die Technologie der optimalen Lösung entspricht. Die Wertschöpfungskette wird horizontal dargestellt (vgl. Bild 3). So sieht der Goldstandard z.B. den Einsatz einer Unit-Dose Lösung vor, d.h. einen Automaten, der Arzneien selbstständig und automatisch für jeden Patienten einzeln verpackt bzw. verblistert. Dies gewährleistet ein hohes Maß an Medikationssicherheit, da hier Medienbrüche vermieden werden und der Fehlerfaktor Mensch bei der Stellung der Medikation ausgeklammert wird. Am wahrscheinlichsten ist jedoch, dass die Partnerkrankenhäuser, so wie die Mehrheit der Krankenhäuser in Deutschland, sich diesen optimalen Standard zur Zeit nicht leisten können bzw. wollen. Daher besteht der nächste Schritt innerhalb des Projektes aus der Arbeit an einem Realprozess, der gemeinsam mit allen Beteiligten aus Wissenschaft und Praxis diskutiert und in Workshops erarbeitet wird.



**Bild 3:** Baukasten der optimalen Supply Chain „Arzneimittel“

Im Zuge dieses Verfahrens stellten sich weitere im Vorfeld getroffene Annahmen als unrealistisch heraus. So wird eine RFID basierte Lösung aufgrund von technischen Problemen in einer Krankenhausumgebung und dem daraus resultierenden monetären Aufwand zur Beseitigung dieser Probleme nicht weiter verfolgt. Die Konzentration der Projektpartner liegt fortan auf der Optimierung der Prozesskette unter Verwendung von Barcodes wie z. B. dem Standard GS1. Weiterhin wurde deutlich, dass im Gesundheitswesen unterschiedlichste Anforderungen an die technischen Assistenzsysteme herrschen, die zu Projektbeginn nicht bedacht worden sind. Aufgrund der technischen Entwicklung innerhalb der Projektlaufzeit gerade im Bereich der Smartphones oder auch Tablets haben sich verbesserte Möglichkeiten zur Nutzung der Touch-Technologie in einem finanzierbaren Rahmen ergeben. So wird z. B. konkret von Ärzten und Pflegeern ein Gerät zum Scan von Barcodes gefordert „was in die Tasche eines Arztkittels passt“.

Aktuell wird aus dem Erkenntnisgewinn der Ist-Aufnahme folgend die Supply Chain dahingehend verbessert, dass Stationsläger mit in das Warenwirtschaftssystem aufgenommen werden. Die Effizienz der Lagerprozesse und daraus folgend die Effizienz der Supply Chain wird hierdurch gesteigert. In einem nächsten Schritt bildet diese Umstellung die Basis für automatisierte Bestellvorgänge der Stationen an die Zentralapotheke. Diese weitergehende Automatisierung entlastet das Pflegepersonal und erhöht die Medikationssicherheit auf den Stationen, indem Leerstände oder Lieferengpässe vermieden werden.

## 6 Literatur

- [1] Arnold, H., Heege, F., Tüssing, W., Röh, C. 2010. Materialwirtschaft und Einkauf, Grundlagen – Spezialthemen – Übungen. 11. Aufl., Wiesbaden, 2010.
- [2] Barnes, B., Brennen, T., Leape, L. 1991. The nature of adverse events in hospitalized patients. The new England Journal of Medicine, 324(6): S.377-334.
- [3] Bates, DW., Gandhi, TK., Kuperman, GJ., Teich, JM. 2001. Patient safety and computerized medication ordering at Brigham and Women's Hospital. Journal of Quality Improvement, Boston. USA, 27(10):509-21.
- [4] Corrigan, J., Donaldson, M., Kohn, L. 2000. To err is human: Bulding a safer health system. Washington DC. National Academy Press, 1999.
- [5] Fahrni, F., Völker, R., Bodmer, C. 2002. Erfolgreiches Benchmarking in Forschung und Entwicklung, Beschaffung und Logistik. München/Wien, 2002.
- [6] Hübner, U., Elmhorst, M. A. 2008. eBusiness in Healthcare: From eProcurement to Supply Chain Management. London, 2008.
- [7] Lux, T., Raphael, H. 2009. State-of-the-Art prozessorientierter Krankenhaus-informationssysteme. Wien, Band 2.
- [8] Nguyen, Phuong-Thao; Lux, Thomas: Gesundheitsökonomische Betrachtung der Einführung von eProcurement und Identifikationsstandards im Krankenhaus, Bochum 2011.
- [9] Sauer, F. 2005. Patient & Medication Safety. EJHP-P, 11, 2005/4.
- [10] Salfeld, R., Hehner, S., Wichels, R. 2009. Modernes Krankenhausmanagement. 2. Aufl., Dodrecht/Heidelberg/London/New York, 2009.
- [11] Seidlmeier, H. 2002. Prozessmodellierung mit ARIS. Vieweg Verlag. Braunschweig/Wiesbaden.
- [12] Stoll, M.; Leschek, U.; Lindner, M. 2008. Krankenhauslogistik, Ergebnis-Zusammenfassung der Befragung von Krankenhäusern. <http://www.krankenhauslogistics.com>. Karlsruhe, 2008.

# **Entwicklung eines Anforderungskatalogs für IT-Anwendungen zur Unterstützung des mobilen Arbeitens und Lernens in der ambulanten Pflege**

**Michael Heß**

Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB),  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Unternehmensmodellierung,  
45141 Essen, E-Mail: m.hess@uni-due.de

**Rüdiger Breitschwerdt**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: rbreitsc@uos.de

## **Abstract**

Die Nachfrage nach ambulanten Pflegedienstleistungen wird in Zukunft stetig ansteigen. Gleichzeitig werden immer weniger qualifizierte Pflegekräfte zur Verfügung stehen, um diese zu erbringen. Aufgrund steigender Pflegekomplexität durch chronische Erkrankungen und zunehmende Multimorbidität sowie immer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse wird eine fundierte und angemessene Aus- und Weiterbildung ebenso an Bedeutung gewinnen wie eine mobile IT-Unterstützung der Pflegedienstleistungserbringung. Dieser Artikel präsentiert die Entwicklung eines domänenspezifischen Anforderungskatalog zur Gestaltung von IT-Anwendungen im Rahmen des mobilen Arbeitens und Lernens in der ambulanten Pflege.

## **1 Motivation**

Die Nachfrage nach ambulanten und stationären Pflegedienstleistungen nimmt aufgrund steigender Lebenserwartung sowie gleichzeitiger Zunahme chronischer Erkrankungen und Multimorbidität älterer Menschen sowohl in Deutschland als auch in den übrigen westlichen Industrienationen stetig zu ([23], S. 99). Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass im Jahr 2030 in Deutschland ca. 3 Mio. Menschen pflegebedürftig sein werden. Dies entspricht einer Steigerung auf annähernd 150 % des gegenwärtigen Niveaus [10] bei gleichzeitigem Fehlen von ca. 300.000 Fach- und Hilfspflegekräften bereits in den nächsten zehn Jahren [38]. In der Folge wird die zu erwartende Arbeitsbelastung der Pflegekräfte in zweifacher Hinsicht zunehmen: Neben der stetig steigenden Zahl pflegebedürftiger Personen ist auch davon auszugehen, dass die Komplexität des Pflegebedarfs aufgrund immer häufigerer chronischer und multimorbider Erkrankungen ansteigt. Dies bedeutet, dass Pflegekräfte über mehr pflege- und krankheitsbezogenes Fachwissen verfügen müssen. Der, aufgrund der direkten Wirkung von Pflegedienst-

leistungen auf das Leben und die Lebensqualität pflegebedürftiger Personen, ohnehin schon hohe Stellenwert einer qualitativ hochwertigen Aus- und Weiterbildung der Pflegekräfte – und damit die Befähigung zu einer qualitativ hochwertigen Erbringung der Pflegedienstleistung – nimmt daher noch einmal zu.

Vor allem in der ambulanten Pflege kommt der Verfügbarkeit benötigten Fachwissens eine besondere Bedeutung zu, da diese einen gesetzlich festgelegten Vorrang gegenüber stationärer Pflege genießt (Sozialgesetzbuch (SGB) XI, § 3 [8]). Heute wird der überwiegende Teil pflegebedürftiger Personen im eigenen häuslichen Umfeld durch ambulante Pflegedienste versorgt [10]. Die ambulante Pflege unterliegt wie alle Dienstleistungen dem uno-actu-Prinzip ([9], S. 22). D. h. im Kontext der Domäne, dass am Ort und zum Zeitpunkt der Erbringung der Pflegedienstleistung das patientenindividuell benötigte Fachwissen in angemessenem Umfang vorhanden sein muss, um Pflegedienstleistungen in angemessener Qualität erbringen zu können. Verstärkt wird diese Anforderung dadurch, dass ambulante Pflege i. d. R. nur von einer einzigen Pflegekraft geleistet wird ([23], S. 99). Daher besteht hier zumeist nicht, wie etwa im stationären Bereich, die Möglichkeit zur Rücksprache mit anderen, ebenfalls vor Ort befindlichen Pflegekräften. Fehlendes Fachwissen kann folglich dazu führen, dass Pflegedienstleistungen nicht oder nicht in angemessener Qualität erbracht werden können [21]. Dies gilt es möglichst zu vermeiden, da die Erbringung von Pflegedienstleistungen grundsätzlich auf die bestmögliche Wahrung oder Steigerung der Lebensqualität pflegebedürftiger Personen gerichtet ist und eine fehlerhaft erbrachte Pflegedienstleistung, z. B. eine falsche Arzneidosierung, im schlimmsten Fall zum Tode einer pflegebedürftigen Person führen kann. Eine qualitativ angemessene Leistungserbringung kann sich außerdem positiv auf die Kostenentwicklung im Gesundheitssystem auswirken, weil korrekt durchgeführte Pflege keine Mehraufwände für korrigierende Folgemaßnahmen erfordert.

In einigen Bereichen der Domäne, z. B. zur Unterstützung fehlerfreier und vollständiger Dokumentation, die in der Folge als umfassend verfügbare Entscheidungsgrundlage, z. B. zur weiteren Pflegeplanung, dienen kann, werden bereits IT-Systeme zur Unterstützung der Pflegekräfte eingesetzt [7]. Sowohl im Bereich des mobilen Lernens (mLearning) als auch einer sinnvoll erscheinenden Kombination mobilen Arbeitens und Lernens ist dies jedoch in der Praxis bisher nach Kenntnis der Autoren nicht der Fall. Daher erscheint es sinnvoll, mobile IT-Anwendungen zur Unterstützung mobilen Lernens in der ambulanten Pflege zu konzipieren, die auch die Erbringung ambulanter Pflegedienstleistungen unterstützen [20], [1]. Zudem wird bereits heute im Gesundheitswesen aus Qualitäts- und Kostengründen in vielen westlichen Industrieländern, gerade auch im ambulanten Sektor [26], IT genutzt [2]. Auch die Mehrheit der in einer BMBF-Expertenumfrage Befragten aus dem Pflegebereich sehen eine wesentliche Rolle des IT-Einsatzes in der assistiven Unterstützung der Pflegekräfte [3]. Der Stellenwert der Aus- und Weiterbildung von Pflegepersonal für den ambulanten Pflegebereich wird in dieser Umfrage von ca. 70 % der Befragten als bedeutend oder sehr bedeutend angesehen. Diese könne einen Beitrag zur Wahrung bzw. Steigerung der Qualität der Pflegedienstleistungserbringung leisten. Letztere wird von ca. 65 % der Befragten ebenfalls als bedeutend oder sehr bedeutend angesehen [3]. Weitere Vorteile einer IT-Anwendung zur Unterstützung mobilen Arbeitens und Lernens in der ambulanten Pflege liegen in der örtlichen und zeitlichen Flexibilisierung der Pflegekräfte.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist daher die Entwicklung eines Anforderungskatalogs für IT-Anwendungen zur Unterstützung mobilen Arbeitens und Lernens in der ambulanten Pflege.

Hierbei soll durch die Unterstützung einer zielgerichteten Entwicklung korrespondierender Informationssysteme ein Beitrag zur Realisierung vorhandener Verbesserungspotenziale im Kontext der Prozess- und Ergebnisqualität der Pflegedienstleistungserbringung geleistet werden. Der Berücksichtigung domänenspezifischer und von prospektiven Nutzern formulierten Anforderungen kommt eine besondere Bedeutung zu, um vorhandene Potenziale zu realisieren und die Nutzerakzeptanz der zu entwickelnden IT-Anwendung zu steigern.

Im nächsten Kapitel erfolgt die methodische Einordnung des vorliegenden Beitrags. Danach wird in Kapitel 3 zunächst die aktuelle Situation der Aus-, Fort- und Weiterbildung in der Pflege dargestellt, bevor der Einsatz des mobilen Lernens thematisiert und anhand von Erkenntnissen aus existierenden Ansätzen Anforderungen vorgestellt werden. In Kapitel 4 werden zwei Anwendungsszenarien vorgestellt, aus denen domänenspezifische Anforderungen an eine mobile IT-Unterstützung abgeleitet werden. Kapitel 5 beschließt den Beitrag mit einer kritischen Würdigung der Resultate und einem Blick auf künftige Forschungsziele.

## 2 Forschungsmethode: Einordnung und Vorgehen

Der vorliegende Beitrag ist der konstruktionsorientierten Forschung der Wirtschaftsinformatik [32] zuzuordnen. Ziel des Beitrags ist die Konzeption eines Artefaktes in Form eines Anforderungskatalogs. Dieser soll den wissenschaftlichen Prinzipien *Abstraktion*, *Originalität* und *Begründung* genügen (siehe hierzu auch [15], S. 33 ff) und einen erkennbaren *Nutzen* für den Adressatenkreis stiften ([32], S. 668 f). Der Adressatenkreis besteht in diesem Fall aus Forschern und Praktikern aus dem Umfeld der Informatik und Wirtschaftsinformatik sowie der Pflegewissenschaft, der (ambulanten) Pflege sowie deren Schnittmengen. Die im Folgenden vorgenommene Konzeption des Anforderungskatalogs ist in die Phasen *Analyse* und *Entwurf* des Erkenntnisprozesses der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik einzuordnen ([32], S. 667 f). Die Phasen *Evaluation* und *Diffusion* ([32], S. 667 f) werden Gegenstand weiterer Forschungsvorhaben sein.

Im vorliegenden Beitrag ist die Problemrelevanz anhand aktueller demographischer und epidemiologischer Entwicklungen belegt und daraus das Forschungsziel formuliert worden. Zur Erreichung des Forschungsziels ist zunächst eine Literaturanalyse mehrerer Beiträge zu jüngeren Projekten im Kontext der Unterstützung mobilen Lernens in der ambulanten Pflege, z. B. durch zielgruppen-, orts- und zeitpunktgerechte Wissensvermittlung durch IT-Anwendungen, durchgeführt und hinsichtlich der dort formulierten Anforderungen untersucht worden. Die Beiträge stammen je einmal aus Deutschland, Großbritannien und Australien sowie dreimal aus den USA. Da diese vorrangig allgemeine, wenig domänenspezifische Anforderungen im Rahmen der Einführung und Nutzung mobiler IT-Anwendungen in der akademischen und praktischen Pflegeausbildung thematisieren, werden anschließend zwei Anwendungsszenarien vorgestellt. Aus diesen können domänenspezifische Anforderungen vor dem Hintergrund des praktischen Einsatzes einer mobilen IT-Anwendung abgeleitet werden. Die Nutzung von Anwendungsszenarien stellt ein mögliches Vorgehen zur Anforderungsidentifikation für die Informationssystementwicklung dar, da sie den Handlungskontext des Informationssystemeinsatzes beschreiben [16]. Die vorgestellten Anwendungsszenarien sind sowohl in Experteninterviews als auch in der Literatur als besonders relevant benannt und daher exemplarisch ausgewählt worden. Die in Kapitel 3 und 4 formulierten Anforderungen bilden die Grundlage eines darüber hinaus weiterzuentwickelnden und zu evaluierenden Anforderungskatalogs.

### 3 Aktueller Stand und Literaturanalyse

In Kapitel 3.1 werden die Bedeutung, aktuelle Herausforderungen sowie organisationale und rechtliche Rahmenbedingungen der Aus-, Fort- und Weiterbildung in der Pflege thematisiert sowie die Einführung neuartiger Lernunterstützung motiviert. Anhand einer Literaturanalyse wird in Kapitel 3.2 ein Überblick über Erfahrungen mit mLearning in der ambulanten Pflege gegeben sowie Anforderungen an eine mobile IT-Unterstützung vorgestellt.

#### 3.1 Stellenwert des Lernens: Aus-, Fort- und Weiterbildung in der Pflege

Die Prozess- und Ergebnisqualität ambulanter Pflege im Sinne des Patientenanspruchs auf eine sichere Versorgung hängt wesentlich von der Qualifikation der Leistungserbringer und der Verfügbarkeit aller benötigten Informationen am Ort und zum Zeitpunkt der Leistungserbringung ab. Dazu zählt auch, neben einer angemessenen Dokumentation zu erbringender und bereits erbrachter Pflegedienstleistungen sowie erhobener Vitalparameter, dass ambulante Pflegedienstleistungen gemäß aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse erbracht werden. In Deutschland klafft jedoch bislang insbesondere hinsichtlich der ambulanten Pflege eine Lücke zwischen den pflegerischen Erkenntnissen, wie sie gelehrt und wie sie praktisch angewendet werden [20]. Um aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse auch am Ort und im Kontext der Pflegedienstleistungserbringung vermitteln zu können, empfehlen [29] und [20] mLearning nicht nur in Aus- und Weiterbildungskursen sondern auch während des Praxiseinsatzes zur Vermittlung pflegewissenschaftlichen Hintergrundes einzusetzen.

Hinzu kommt, dass die ursprünglich zur Ausbildung vorgesehenen Pflegeschulen zu wenige Absolventen hervorbringen und Pflegedienste daher heute vermehrt selbst ausbilden [6]. Außerdem sieht das Pflege-Weiterentwicklungsgesetz (PfWG) von 2008 eine Ausweitung pflegerischer Aufgaben und Kompetenzen vor [33], weshalb in den ambulanten Pflegediensten ein zusätzlicher Wissensbedarf seitens der Pflegekräfte entsteht. Daher hat sich die berufs begleitende Pflegebildung im Sinne eines lebenslangen Lernens mittlerweile stark ausdifferenziert und wird in Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen unterschieden [24]:

- Fortbildungen dienen dem Erhalt, der Aktualisierung und der Vertiefung bestehenden pflegerischen Fachwissens, z. B. durch Veranstaltungen wie Kongresse oder Seminare aber auch innerbetriebliche Angebote. Die Rechtslage sieht bindend vor, sich bis zur Grenze der Zumutbarkeit über neue Erkenntnisse fortzubilden.
- Weiterbildungen führen auf der Grundlage der Pflegebasisqualifikation und mindestens zweijähriger Berufserfahrung zu einem qualifizierten Abschluss. Zur Weiterbildung gehören arbeitsfeldbezogene, d. h. spezialisierende fachliche (z. B. Wundversorgung und Onkologie), und funktionsbezogene Angebote, die z. B. auf Leitungsaufgaben im Pflegeumfeld vorbereiten sollen.

Allerdings gestaltet es die immer größer werdende relevante Informationsmenge für Pflegedienste und Pflegekräfte immer schwieriger, stets auf dem aktuellen Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse zu bleiben. Da aber die Einhaltung evidenz-basierter Standards in der Pflege zu einer Qualitätssteigerung von fast 30 % führen kann [21], erscheint es sinnvoll, die Disseminierung evidenz-basierten Wissens in Aus-, Fort-, und Weiterbildungsmaßnahmen, aber auch am Ort der Leistungserbringung, durch den Einsatz innovativer, mobiler Informationssysteme zu unterstützen.



Dabei stellen eine (Weiter-) Entwicklung und Nutzung solcher Bildungsangebote, neben einer angemessenen Pflegedokumentation, künftig entscheidende Voraussetzungen für eine bedarfsgerechte und qualitativ hochwertige Erbringung ambulanter Pflegedienstleistungen dar. Im Falle zivil- bzw. strafrechtlicher Verfahren ist ein Nachweis angemessener Qualifikationen seitens des Pflegedienstleistlers zu erbringen [24]. Auch gegenüber den Kostenträgern müssen entsprechende Nachweise erbracht werden, um Vergütungsabschläge und/oder Vertragskündigung zu vermeiden. Der Deutsche Bildungsrat für Pflegeberufe schlägt daher vor, neue Bildungsangebote zu erproben: Darunter fallen selbstgesteuertes Lernen, strukturiertes Long-Distance-Learning sowie Blended Learning, der Verknüpfung herkömmlicher Lernformen mit dem Lernen über das Internet (eLearning) [33]. Eine Weiterentwicklung von eLearning stellt das mobile Learning (mLearning) dar. Hierunter versteht die eLearning Guild jede von hand- oder hosen-taschengroßen Endgeräten mit verlässlicher Konnektivität vermittelte Maßnahme, die die individuelle Produktivität durch Informationsaufnahme, -interaktion oder -erzeugung steigert [11]. Die jeweilige Zielerreichung wird dabei über situative Kommunikations- und Assistenzfunktionen am Ort und zum Zeitpunkt eines kritischen Bedarfs unterstützt, die die menschliche Intelligenz im Sinne der Effektivität etwa mit Entscheidungshilfen ergänzen [11]. Mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit und Vernetzung mobiler Endgeräte wie Smartphones rückt mLearning vermehrt in den Fokus der Pflegeinformatik und des Telenursing [28]. Daher werden nachfolgend Vor- und Nachteile existierender mLearning-Ansätze in der ambulanten Pflege sowie daraus resultierende Anforderungen vorgestellt.

### **3.2 mLearning-Ansätze in der ambulanten Pflege**

Die sechs genauer untersuchten Beiträge berichten über den Einsatz des mLearnings in der praxisbezogenen akademischen Ausbildung von Pflegekräften, d. h. auch im Einsatz am Ort der Leistungserbringung, die auf den späteren Berufseinsatz vorbereiten soll. Der explizite Verweis auf eine potenziell verbesserte Pflegequalität durch Informationsversorgung am Ort der Pflegeerbringung (z. B. zu Medikation oder bestimmten Pflegemaßnahmen) – und damit verbesserte Sicherheit und Gesundheit der Pflegebedürftigen – eint die Mehrzahl der Ansätze [1], [12], [27], [31]. Auch die verbleibenden Beiträge berichten von überwiegend positiven Ergebnissen [20], [29], gerade wenn spezifische Inhalte durch die Integration von Anwendungen für Referenzdatenbanken, bspw. für Medikamente, medizinische Wörterbücher oder Enzyklopädien sowie evidenz-basierte Informationsangebote und Entscheidungsunterstützung, angeboten werden. [20] und [1] empfehlen mLearning nicht nur in Ausbildungskursen sondern darüber hinaus auch während der Erbringung von Pflegedienstleistungen zur Vermittlung pflegewissenschaftlichen Wissens einzusetzen. Die sinnvolle Gestaltung effektiver mLearning-Anwendungen ist allerdings grundsätzlich dann schwierig, wenn sie an abgelegenen Orten oder komplexen Arbeitsplätzen eingesetzt werden sollen [31], wie dies in der ambulanten Pflege der Fall ist.

Vorteile des mLearnings kommen jedoch gerade unterwegs bzw. genau an solchen abgelegenen Orten der ambulanten Pflegedienstleistungserbringung zum Tragen, an denen nur ein eingeschränkter oder gar kein Zugang zu anderen Informationsmöglichkeiten, z. B. Informationssysteme oder Expertensysteme, gegeben ist. [29] und [31] sehen neben einer potenziell verbesserten Pflegequalität zusätzliche Vorzüge des mLearnings z. B. in Zeiteinsparungen, Fehlerreduktion und vereinfachter, gleichwohl von Nutzern wie allen Interessensgruppen und insbesondere pflegebedürftigen Personen akzeptierter Informationssuche am Ort der jeweiligen Leistungserbringung. Besonders betont wird dabei, dass Informationssuche und -bereitstellung auf Grund sich stetig verkürzender Halbwertszeit pflegerischen Wissens relevant seien.

Nachteile respektive Herausforderungen repräsentieren z. B. Anpassungsschwierigkeiten der Lerninhalte auf limitierte Eigenschaften mobiler Endgeräte bezüglich Lesbarkeit [31] bzw. der eingeschränkten (Bildschirm-) Größe [29], [12] und Darstellung (unterschiedlicher) Datenformate [29], [27], [12], [31]. Weitere Kritikpunkte adressieren Bedenken zur Datensicherheit [29], [27], [31], mangelnde Softwarequalität [31] sowie fehlschlagenden Verbindungsaufbau oder geringe Verbindungsgeschwindigkeit zur Abfrage von Online-Informationen [29]. Ungenügende Akkulade- bzw. -laufzeit, Gewicht respektive Tragbarkeit [12], sowie der Preis [1], [31] und damit verbunden ein erhöhtes Verlustrisiko durch Diebstahl oder Vergessen [31], [12] repräsentieren endgerätbezogene Hemmnisse. Individuelle und organisationale Fragestellungen bezüglich mLearning in dieser Domäne ergeben sich aus fehlender Nutzermotivation, Innovationsscheu respektive Bedenken gegenüber Technikeinsatz in der Pflege [29] (bzw. vor pflegebedürftigen Personen [12]) zu potenziellen Ungunsten des eigenen kritischen Denkens [27]. Als wichtiger Erfolgsfaktor gelten zudem die Vertrautheit mit [1], [31], [12] und die Unterstützung der Anwender bei der Handhabung der Endgeräte [27], [31], [12].

Diesen organisationalen und individuellen Herausforderungen wird in der analysierten Literatur eine besondere Bedeutung beigemessen. Sie sollten sich jedoch durch angemessenes Change Management ([5], S. 303 f.; [22], S. 273 f.), wie der Durchführung von Schulungen, der Aufstellung von Regeln zur Nutzung, problemorientierter Sensibilisierung, Begleitung und Hilfestellung für die Nutzer, adressieren lassen. Hardware-Aspekte scheinen dagegen von nachrangiger Bedeutung zu sein: Diese stehen in den untersuchten Beiträgen weniger im Fokus und können durch Verwendung aktueller Endgeräte (die Beiträge entstanden 2005-2009) unter gleichzeitiger Beachtung der Kostensensibilität der Anwendungsdomäne bereits teilweise aufgelöst werden. Auch einige Softwareanforderungen können zwischenzeitlich adressiert werden, z. B. durch neuartige nutzerfreundliche Bedienkonzepte und/ oder individuell vorkonfigurierbare Oberflächen und Inhalte. Dies erscheint vorteilhaft, da sich in den untersuchten Beiträgen die IT-Affinität der prospektiven Nutzer in der ambulanten Pflege als begrenzt erwiesen hat.

Da die hieraus gewonnenen Erkenntnisse größtenteils auch auf mobile IT-Anwendungen in anderen Domänen übertragbar sind, werden nachfolgend Anwendungsszenarien vorgestellt und analysiert, um basierend darauf domänenspezifische Anforderungen abzuleiten.

## 4 Anwendungsszenarien und abgeleitete Anforderungen

In Kapitel 4.1 werden vor dem Hintergrund des praktischen Einsatzes mobiler IT-Anwendungen in der ambulanten Pflege zwei mögliche Anwendungsszenarien vorgestellt, die die Bereiche *Dokumentation* und *Medikation* in der ambulanten Pflege adressieren, da beiden Bereichen eine besondere Bedeutung in der Pflegedienstleistungserbringung zukommt ([3], [13], [18] bzw. [25], [30], [1]) In Kapitel 4.2 werden Anforderungen abgeleitet, die zur Realisierung der vorgestellten zukünftigen Pflegedienstleistungen erfüllt sein sollten.

### 4.1 Anwendungsszenarien

**Beschreibung der aktuellen Situation im Bereich *Dokumentation*:** Übernimmt ein Pflegedienst die Betreuung einer pflegebedürftigen Person wird als erstes ein Pflegeassessment, d. h. eine Analyse des Pflegebedarfs, durchgeführt. Auf dieser Basis wird der Pflegeplan erstellt, der alle zu erbringenden Pflegedienstleistungen enthält und solange Gültigkeit besitzt bis ein geänderter Pflegebedarf, z. B. durch neu diagnostizierte Erkrankungen oder einen veränderten

Allgemeinzustand, erkannt und dokumentiert wird. Der Pflegeplan kann aus Sicht der Wirtschaftsinformatik als Referenzprozessmodell [37] klassifiziert werden, da er für eine „Klasse von Anwendungsfällen“ ([36], S. 69), hier die bis auf weiteres stetig wiederkehrende pflegerische Versorgung der pflegebedürftigen Person, gültig ist. Hierfür kann auch der Begriff „Pflegedienstleistungsmodell“ [23] verwendet werden. Eine Dokumentation der pro Pflegedienstbesuch tatsächlich erbrachten Leistungen sowie erhobener Vitalparameter erfolgt in einer patientenindividuell geführten papierbasierten Pflegeakte, die aus Transparenzgründen für Notfälle vor Ort belassen wird [35].

**Beschreibung der zukünftigen Situation im Bereich *Dokumentation*:** Der Pflegeplan wird unter Verwendung einer mobilen IT-Anwendung erstellt, die die Durchführung des Pflegeassessments durch eine Checkliste unterstützt. Basierend darauf werden Pflegedienstleistungen vorgeschlagen, die zur Deckung des Pflegebedarfs erbracht werden sollten. Anpassungen der Vorschläge durch Pflegekräfte sind jederzeit möglich. Der individuelle Pflegeplan wird automatisch aus den vorgeschlagenen Pflegedienstleistungen generiert und als Referenzprozessmodell gespeichert, das über ein zentrales Pflegeplan-Repository auf alle mobilen Endgeräte des Pflegedienstleisters übertragen werden kann. Aus dem Pflegeplan wird eine Checkliste generiert, die zur Dokumentation der Pflegedienstleistungserbringung mittels Checkboxen („erbracht“ bzw. „nicht erbracht“) verwendet wird. Darüber hinaus können per Freitextfeld weitere Hinweise sowie eine Begründung im Falle der Nichterbringung erfasst werden. Auf Basis der Pflegedokumentation können automatisiert eine Abweichungsanalyse sowie eine Abrechnung für die Kostenträger erstellt werden. Änderungen am Pflegeplan, entweder aufgrund geänderten Pflegebedarfs oder aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse (veröffentlicht z. B. in Expertenstandards des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP)), können durch eine Anpassung des Referenzprozessmodells bzw. der zur Modellierung der Pflegemaßnahmen verwendeten domänenspezifischen Modellierungssprache und anschließender Aktualisierung aller im Pflegeplan-Repository abgelegten Pflegepläne sowie nachfolgender Synchronisation zeitnah auf alle mobilen Endgeräte übertragen werden. Eine Bestätigung der Kenntnisnahme der Änderungen stellt sicher, dass alle Pflegekräfte über die Änderung informiert sind und sie bei der weiteren Pflegedienstleistungserbringung berücksichtigen.

**Beschreibung der aktuellen Situation im Bereich *Medikation*:** Die reguläre Medikation pflegebedürftiger Personen wird durch einen oder mehrere behandelnde Ärzte verordnet. Dabei obliegt es der ärztlichen Sorgfaltspflicht ([34], S. 187) unerwünschte Arzneimittelwirkungen [19] möglichst zu vermeiden. Unerwünschte Arzneimittelwirkungen können von leichten Nebenwirkungen, wie z. B. Müdigkeit oder Übelkeit, bis hin zum Tod, z. B. durch Fehlmedikation oder Wirkstoffwechselwirkungen, führen. Im stationären sowie niedergelassenen Bereich können Ärzte bereits auf Entscheidungsunterstützungssysteme, die teilweise mit der elektronischen Patientenakte integriert oder Bestandteil eines Krankenhaus- bzw. Praxisinformationssystems sind, zur Vermeidung unerwünschter Arzneimittelwirkungen zurückgreifen. Pflegekräfte müssen teilweise eine bedarfsorientierte Medikation, z. B. mit Schmerz- oder Herzmedikamenten zur akuten Intervention in bedrohlichen Gesundheitssituationen, vornehmen ohne über eine entsprechende Unterstützung zu verfügen. Dazu muss die Pflegekraft über das benötigte Wissen hinsichtlich angemessener Dosierung und möglicher Wechselwirkungen mit anderen Wirkstoffen verfügen. Eine mobile IT-Anwendung zur Unterstützung wird bisher kaum eingesetzt.

**Beschreibung der zukünftigen Situation im Bereich *Medikation*:** Pflegedienstmitarbeiter werden durch eine mobile IT-Anwendung bei der bedarfsgerechten Medikation unterstützt. Diese Unterstützung erfolgt zum einen durch eine Datenbank, die Informationen zu Dosierung und möglichen Wirkstoffwechselwirkungen enthält. Darüber hinaus ist sie mit der Pflegedokumentation integriert und kann so im Bedarfsfall die zusätzlich zu verabreichende und die reguläre Medikation auf Wirkstoffwechselwirkungen prüfen bzw. auf dort dokumentierte Wirkstoffunverträglichkeiten hinweisen und so einen Beitrag zur Vermeidung unerwünschter Arzneimittelwirkungen leisten [4].

#### 4.2 Aus den Anwendungsszenarien abgeleitete Anforderungen

Der Pflegeplan wird auf der Basis eines initialen Pflegeassessments der pflegebedürftigen Person erstellt und enthält auch Informationen über die aktuell verordnete Medikation. Aus dem Pflegeplan wird ein Referenzprozessmodell abgeleitet, das in einem Pflegeplan-Repository gespeichert wird. Um dieses Vorgehen durch eine mobile IT-Anwendung unterstützen zu können, bietet es sich an, die Anforderungen A1 bis A5 zu erfüllen:

*A1: Bereitstellung von Interfaces zur Unterstützung des Pflegeassessments, zur Erfassung der verordneten Medikation und basierend darauf zur Erstellung des Pflegeplans*

Eine strukturierte, durch eine mobile IT-Anwendung unterstützte, Durchführung des Pflegeassessments kann dazu beitragen, alle relevanten Parameter abzufragen und zu erheben, um so ein möglichst vollständiges Bild des Gesundheitszustandes der pflegebedürftigen Person zu erhalten. Da basierend auf den Ergebnissen des Pflegeassessments die weitere Pflegeplanung durchgeführt wird, stellt dessen vollständige und korrekte Durchführung einen entscheidenden Faktor zur bestmöglichen Versorgung im Sinne der Wahrung und Steigerung der Lebensqualität der pflegebedürftigen Person dar. Ärztlich verordnete und regelmäßig durch Pflegekräfte zu verabreichende Arzneimittel sollten ebenfalls dokumentiert werden, da sie Bestandteil des Pflegeplans sind. Nach Abschluss des Pflegeassessments soll die mobile IT-Anwendung einen bedarfsgerechten Pflegeplan vorschlagen. Um über die hierfür notwendigen Grundlagen zu verfügen, sollte Anforderung A2 erfüllt werden.

*A2: Identifikation standardisierter Pflegemaßnahmen unter Verwendung existierender Pflegeterminologien*

Um anhand des Pflegeassessments IT-basiert einen bedarfsorientierten Pflegeplan vorschlagen zu können, sollte den jeweils ermittelbaren Pflegebedarfen eine oder mehrere korrespondierende Pflegemaßnahmen zugeordnet werden können, die diese adressieren. Die Verwendung etablierter Pflegeterminologien bietet sich – trotz der Vielzahl unterschiedlicher und nicht einheitlicher Terminologien – grundsätzlich an, um durch die Verwendung einer gemeinsamen Sprachbasis die Verständlichkeit des Pflegeplans auch über Organisationsgrenzen hinweg zu fördern. Dies ist insbesondere beim Übergang der pflegebedürftigen Person in andere Gesundheitseinrichtungen relevant. Hierzu bietet sich z. B. die Nutzung des HL7-CDA-ePflege-Standards [14] sowie ICD-10-kodierter Diagnosen an. Außerdem sollten Software und mobile Endgeräte kompatibel zur Telematikinfrastruktur des deutschen Gesundheitswesens [25] gestaltet werden, um Nutzen und Wiederverwendungsreichweite der mobilen IT-Anwendung zu steigern sowie weitere telemedizinische Endgeräte integrieren [23] und zusätzlichen Akteuren des Gesundheitswesens, z. B. mittels Heilberufsausweis, Zugang zu den vorhandenen Informationen gewähren zu können. Daher sollte folgende Anforderung beachtet werden:

*A3: Berücksichtigung der Telematikinfrastruktur des deutschen Gesundheitswesens im Rahmen der Konzeption und Umsetzung*

Die Anschaulichkeit des Pflegeplans kann mittels einer prozessorientierten Darstellungsweise durch Pflegedienstleistungsmodelle ([23], S. 100) gefördert werden. Um eine syntaktisch korrekte und semantisch gehaltvolle – und damit qualitativ hochwertige – Erstellung der Pflegedienstleistungsmodelle zu unterstützen, bietet es sich an, dass Anforderung A4 erfüllt wird.

*A4: Entwurf einer korrespondierenden domänenspezifischen Modellierungssprache zur Modellierung von Pflegedienstleistungsmodellen*

Durch die Rekonstruktion der domänenspezifischen Terminologie sowie durch Verwendung aus der Domäne abgeleiteter Notationselemente lassen sich Verständlichkeit und Anschaulichkeit der Pflegedienstleistungsmodelle steigern [15]. Darüber hinaus kann von einem nur geringen Lernaufwand bei neuen oder evidenz-angepassten Modellen sowie gleichzeitig von gesteigertem Anwendungs- und Wiederverwendungskomfort ausgegangen werden. Auch die Wartbarkeit der Pflegedienstleistungsmodelle wird erleichtert, da Änderungen, z. B. aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, zentral in der Modellierungssprache vorgenommen werden können. Um Verteilung und Aktualisierung der Pflegedienstleistungsmodelle für alle mobilen Endgeräte zeitnah, z. B. über das Mobilfunknetz vornehmen zu können, sollten diese zentral in einem Repository gespeichert werden, wie in Anforderung A5 vorgeschlagen:

*A5: Bereitstellung eines Repositoriums zur Speicherung der Pflegepläne und Pflegedienstleistungsmodelle inklusive einer Synchronisationsfunktion mit mobilen Endgeräten*

Auf diese Weise lässt sich eine medienbruchfreie und zeitnahe Aktualisierung der Pflegepläne und Pflegedienstleistungsmodelle sowie eine Verteilung an die Pflegekräfte unterstützen. Darüber hinaus können mittels Versionierung und Archivierung aller Pflegepläne und Pflegedienstleistungsmodelle einer pflegebedürftigen Person Veränderungen im Zeitverlauf besser nachvollzogen werden. Außerdem können Änderungen an einzelnen Pflegeplänen, z. B. aufgrund eines veränderten Gesundheitszustandes oder angepasster Medikation, dezentral auf dem mobilen Endgeräte vorgenommen und von dort in das Repository übertragen werden, das dann notwendige Aktualisierungen auf weiteren mobilen Endgeräten vornehmen kann. Umgekehrt können notwendige Änderungen der Pflegepläne oder begleitender mLearning-Angebote, z. B. aufgrund aktualisierter Pflegestandards, zentral vorgenommen und auf die mobilen Endgeräte synchronisiert werden. Um sicherzustellen, dass alle Aktualisierungen von allen betroffenen Pflegekräften zur Kenntnis genommen worden sind, bietet es sich an, ein Benutzermanagement mit entsprechender Hinweis- und Protokollfunktion bereitzustellen und damit Anforderung A6 zu erfüllen.

*A6: Bereitstellung eines Benutzermanagements mit Hinweis- und Protokollfunktion*

Entsprechend protokollierte Nachweise können im Rahmen straf- bzw. zivilrechtlicher Streitigkeiten hilfreich sein [24] sowie bei Rückfragen seitens der Kostenträger oder Angehörigen eine sinnvolle Unterstützung darstellen. Rechtlich verpflichtend dagegen ist die Führung einer Pflegedokumentation ([8], § 113). Um diese durch eine mobile IT-Anwendung unterstützen zu können, bietet es sich an, Anforderung A7 zu berücksichtigen.

*A7: Bereitstellung einer Checkliste zur Dokumentation der Pflegedienstleistungserbringung auf Basis des Pflegeplans als Bestandteil einer elektronischen Pflegedokumentation*

Die Verwendung einer aus dem Pflegeplan abgeleiteten Checkliste zur Dokumentation, z. B. mittels Checkboxen, ermöglicht eine stets an den individuellen Pflegeplan angepasste und damit auf alle relevanten Pflegemaßnahmen beschränkte IT-Unterstützung, die bei Bedarf jederzeit durch Freitexteingaben ergänzt werden kann. Außerdem sollte die Pflegedokumentation die Erfassung von Vitalparametern, wie Puls, Blutdruck und Gewicht ([23], S. 105), z. B. in einer Fieberkurve, unterstützen. Daher sollte Anforderung A8 erfüllt werden.

*A8: Bereitstellung von Funktionalitäten zur Erfassung von Vitalparametern ([35], S. 8)*

Zur Ermittlung der Vitalparameter können telemedizinische Endgeräte, wie sie z. B. in [23] konzeptualisiert worden sind, verwendet werden. Um eine medienbruchfreie und automatisierte Übertragung der Vitalparameter in die Pflegedokumentation zu ermöglichen, sollten entsprechende Schnittstellen zwischen den mobilen Endgeräten vorgehalten werden. Es ist davon auszugehen, dass sich durch die Berücksichtigung der Anforderungen A7 und A8 sowohl Zeitersparnisse als auch eine verbesserte Lesbarkeit gegenüber der manuellen papierbasierten Pflegedokumentation erzielen lassen.

Zur Wahrung und Steigerung der Lebensqualität der pflegebedürftigen Person trägt auch die bestmögliche Vermeidung unerwünschter Wirkstoffwechselwirkungen, z. B. durch die Bereitstellung unterstützender Software bei. Hierzu bietet es sich an, Anforderung A9 zu beachten.

*A9: Bereitstellung und Integration einer Arzneimitteldatenbank  
mit der elektronischen Pflegedokumentation*

Vergleichbare Entscheidungsunterstützungssysteme werden im stationären und niedergelassenen Bereich eingesetzt und leisten dort bereits einen Beitrag zur Vermeidung unerwünschter Wirkstoffwechselwirkungen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass durch eine mobile IT-Anwendung in der ambulanten Pflege ebenfalls ein positiver Effekt erzielt werden kann, indem die Arzneimitteldatenbank auf die bereits in der Pflegedokumentation erfasste Medikation sowie auf Informationen zu bekannten Wirkstoffunverträglichkeiten seitens der pflegebedürftigen Person zugreifen, diese auswerten und auf Risiken hinweisen kann.

## **5 Kritische Würdigung und Ausblick**

Die in Kapitel 3 aus der Literatur abgeleiteten Anforderungen können nicht als vollständig angesehen werden, da die auf Basis der Literaturanalyse vorgestellten Anforderungen aus Beiträgen stammen, die über den Einsatz von mLearning in der (universitären) Ausbildung von Pflegekräften berichten. Mobiles Arbeiten stand dort nicht im Vordergrund. Dennoch ist davon auszugehen, dass die Anforderungen – zumindest teilweise – auch auf den Kontext des mobilen Arbeitens übertragbar sind. Der technologische Fortschritt seit Veröffentlichung des jüngsten betrachteten Beitrags aus dem Jahr 2009 kann zu einer geänderten Anforderungslage und Gewichtung der Anforderungen führen, z. B. aufgrund neuer Akkutechnologien oder Bedienkonzepte bei Tablet-Computern. Die in Kapitel 4.2 aus den Anwendungsszenarien abgeleiteten Anforderungen können ebenfalls nicht als vollständig angesehen werden, da nur zwei exemplarische Anwendungsszenarien betrachtet worden sind. Außerdem liegt den Anwendungsszenarien eine weite Auslegung des Begriffs mLearning im Sinne von Informationsaufnahme, -interaktion und -erzeugung in der ambulanten Pflege zu Grunde. Ziel war es aufzuzeigen, dass auch Anwendungsszenarien geeignet sind, Anforderungen abzuleiten und zu begründen.

Es ist davon auszugehen, dass die Betrachtung weiterer Anwendungsszenarien zusätzliche Anforderungen hervorbringt. Hierbei ist z. B. an die Zertifizierung von Pflegekräften oder Pflegediensten sowie jährlich obligatorische Prüfungen durch den Medizinischen Dienst der Krankenkassen ([17], S. 188 f.) zu denken, die eine Lernerfolgskontrolle notwendig erscheinen lassen, um das erreichte Qualifikationsniveau nachweisen zu können. Ebenso sind für verschiedene Stakeholder automatisierte Kosten- oder Abweichungsanalysen auf Basis der Pflegedokumentation denkbar.

Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten wird daher die Erhebung weiterer Anforderungen, z. B. durch Experteninterviews, Fragebögen und weitere Anwendungsszenarien sowie die Evaluation bisher bekannter Anforderungen mittels derselben Techniken sein. Anschließend kann eine prototypische Software konzipiert, implementiert und auf mobilen Endgeräten getestet werden. Die Ergebnisse einer Evaluation der mobilen IT-Anwendung sollten in die iterative Weiterentwicklung des Anforderungskatalogs sowie die Konzeption und Realisierung der Software und Hardware einfließen.

## 6 Literatur

- [1] Altmann, TK; Brady, D (2005): PDAs bring information competence to the point-of-care. *International journal of nursing education scholarship* 2:Article 10.
- [2] Anderson, JG (2007): Social, ethical and legal barriers to e-health. *Int J Med Inform* 76 (5-6):480-483.
- [3] BMBF (2011): BMBF-Onlineumfrage zur assistierten Pflege von morgen. Bonn.
- [4] Bates, DW; O'Neil, AC; Boyle, D; Teich, J; Chertow, GM; Komaroff, AL; Brennan, TA (1994): Potential Identifiability and Preventability of Adverse Events Using Information Systems. *Journal of the American Medical Informatics Association* 1(5):404-411.
- [5] Birkhofer, A; Deibert, S; Rothlauf, F (2007): Critical success factors for mobile field service applications: A case research. In: Oberweis, A et al. (Hrsg.), *Proceedings of Wirtschaftsinformatik 2007*. Karlsruhe.
- [6] Boguth, K; Knoch, T (2008): Ambulante Pflegeeinrichtungen bilden aus?! *Heilberufe* 60(9):63-65.
- [7] Breitschwerdt, R; Robert, S; Thomas, O (2011): Mobile Application Systems for Home Care: Requirements Analysis & Usage Potentials. In: AIS (Hrsg.), *AMCIS 2011 Proceedings*. Detroit.
- [8] Bundesministerium der Justiz (2011): Sozialgesetzbuch (SGB) - Elftes Buch (XI) - Soziale Pflegeversicherung.
- [9] Corsten, H; Gössinger, R (2007): Dienstleistungsmanagement. 5., Oldenbourg, München.
- [10] DESTATIS (2009): Pflegestatistik 2007. Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung. 3. Bericht: Ländervergleich - ambulante Pflegedienste. Wiesbaden.
- [11] eLearning Guild (2007): 360° Mobile Learning Research Report. Santa Rosa.
- [12] Farrell, MJ; Rose, L (2008): Use of Mobile Handheld Computers in Clinical Nursing Education. *Journal of Nursing Education* 47(1):13-19.

- [13] Fleischmann, N (2009): Einstellungen und Haltungen von Pflegekräften gegenüber EDV-gestützter Dokumentation. *Pflegewissenschaft* 11(3):161-169.
- [14] Flemming, D; Giehoff, C; Hübner, U (2008): Entwicklung eines Standards für den elektronischen Pflegebericht auf Basis der HL7 CDA Release 2. In: GMS (Hrsg.), 53. *Jahrestagung der GMDs. Stuttgart, 15.-19.09.2008*. Düsseldorf.
- [15] Frank, U (2006): Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. ICB Research Report No. 7, Universität Duisburg-Essen, Essen.
- [16] Frank, U (2010): Outline of a Method for Designing Domain-Specific Modelling Languages. ICB Research Report No. 42, Universität Duisburg-Essen, Essen.
- [17] Geraedts, M; Holle, B; Vollmar, HC; Bartholomeyczik, S (2011): Qualitätsmanagement in der ambulanten und stationären Pflege. *Bundesgesundheitsbl* 54(2):185-93.
- [18] Giehoff, C; Hübner, U; Stausberg, J (2009): Ein systematischer Wissenstransfer in der Pflege über ein Wissensmanagementsystem. *Pflegewissenschaft* 11(1):41-48.
- [19] Grandt, D (2009): Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit. *Bundesgesundheitsbl* 52(12):1161-5.
- [20] Günther, S; Feldner, B; Schulz-Salveter, G (2009): Mobile Learning as a means for training - health care workers at the tertiary level. In: Pachler, N; Seipold, J (Hrsg.), *Proceedings of the Symposium: mobile learning cultures across education, work and leisure*. London.
- [21] Hanson, D (2011): Evidence-Based Clinical Decision Support. In: Ball, MJ et al. (Hrsg.), *Nursing Informatics*. Springer, London.
- [22] Haux, R (2006): Health information systems - past, present, future. *Int J Med Inform* 75(3-4):268-281.
- [23] Heß, M; Meis, J (2011): Entwurf ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Pflegedienstleistungsmodellen. In: Bernstein, A; Schwabe, G (Hrsg.), *Proceedings of Wirtschaftsinformatik 2011*. Zürich.
- [24] Höfert, R; Meissner, T (2008): Von Fall zu Fall – Ambulante Pflege im Recht. Springer Medizin, Heidelberg.
- [25] Hübner, U (2006): Telematik und Pflege: gewährleistet die elektronische Gesundheitskarte (eGK) eine verbesserte Versorgung für pflegebedürftige Bürgerinnen und Bürger? *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2(1):Doc1.
- [26] Jha, AK; Doolan, D; Grandt, D; Scott, T; Batese, DW (2008): The use of health information technology in seven nations. *Int J Med Inform* 77(12):848-854.
- [27] Koeniger-Donohue, R (2008): Handheld Computers in Nursing Education: A PDA Pilot Project. *Journal of Nursing Education* 47(2):74-77.
- [28] Kumar, S; Snooks, H (2011): Telenursing. Springer, London.
- [29] Laxton, J; Coulby, C (2009): Mobile learning and assessment: the student perspective. In: Pachler, N; Seipold, J (Hrsg.), *Proceedings of the Symposium: mobile learning cultures across education, work and leisure*. London.



- [30] Lux, V (2011): Medikamentensicherheit – Aus pflegerischer Sicht. In: HeilberufeSCIENCE 2 Supplement 1, *Abstracts des Kongresses „Pflege 2011“, Berlin*.
- [31] Miller, J; Shaw-Kokot, JR; Arnold, MS; Boggin, T; Crowell, KE; Allegri, F; Blue, JH; Berrier, SB (2005): A study of personal digital assistants to enhance undergraduate clinical nursing education. *Journal of Nursing Education* 44(1):19-26.
- [32] Österle, H et al. (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 62(6):662-679.
- [33] Reinhart, M (2009): Die Neupositionierung der Weiterqualifizierung in der beruflichen Pflege. Deutscher Bildungsrat für Pflegeberufe (DBR), Berlin.
- [34] Ries, HP et al. (2007): *Arztrecht. 2.*, Springer, Berlin.
- [35] Rosales Saurer, B; Müller-Gorchs, M; Lindner, T; Becker, T (2008): Analyse und Spezifikation einer offenen Plattform für die ambulante Pflege unter Berücksichtigung aktueller Standardlösungen. *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 4(3):Doc18.
- [36] Schütte, R (1998): *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung*. Gabler, Wiesbaden.
- [37] Thomas, O (2006): *Management von Referenzmodellen*. Logos, Berlin.
- [38] Westermann, R (2010): Verbände wollen “Pflegeminister” Rösler. DPA, Hamburg.



# **Personalthemen in der IV-Beratung**



# **Berufsprofile in der IT-Beratung: Ergebnisse einer Auswertung von Anforderungen und Tätigkeiten in Stellenanzeigen**

**Paul Drews**

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, 22527 Hamburg,  
E-Mail: [drews@informatik.uni-hamburg.de](mailto:drews@informatik.uni-hamburg.de)

## **Abstract**

Die IT-Beratung ist für Hochschulabsolventinnen und -absolventen aus Studiengängen wie Wirtschaftsinformatik, Informatik oder Betriebswirtschaftslehre aufgrund guter Berufsaussichten, abwechslungsreicher Tätigkeiten und guter Verdienstmöglichkeiten ein attraktives Arbeitsfeld. Die Weiterentwicklung von Studiengängen an Hochschulen sollte sich auch an den Anforderungen orientieren, die Arbeitgeber später an ihre Bewerberinnen und Bewerber richten. Diese Anforderungen werden – verbunden mit dem jeweiligen Tätigkeitsprofil – in Stellenanzeigen teilweise explizit gemacht. Im Rahmen einer empirischen Studie wurden 174 Stellenanzeigen für IT-Beraterinnen und -Berater ausgewertet. Als Ergebnis werden sieben Berufsprofile und die mit ihnen verbundenen Kompetenzen vorgestellt.

## **1 Einleitung**

Die IT-Beratung ist, wie die Unternehmensberatung im Allgemeinen, ein personalintensives Geschäftsfeld; das Personal ist somit eine Kernressource für die IT-Beratung [1]. In den vergangenen Jahren hat sich die IT-Beratung, wie die Unternehmensberatung insgesamt, als ein für Hochschulabsolventinnen und -absolventen attraktives Arbeitsfeld etabliert [2]. Dies liegt einerseits an der Vielfältigkeit der Aufgaben, die diesem Tätigkeitsfeld zugeordnet werden. Andererseits sind derzeit die Angebote am Arbeitsmarkt zahlreich und die Verdienstmöglichkeiten gut bis sehr gut. Durch die Attraktivität dieses Berufes stellt sich für Hochschulen im Sinne der Employability [3] auch die Frage, wie die späteren Absolventinnen und Absolventen in der Ausbildung optimal auf den Einstieg in die Berufswelt vorbereitet werden können. Die Anforderungen zukünftiger Arbeitgeber können ein wesentlicher Input für die Entwicklung und Weiterentwicklung von Studiengängen sein und Studierende bei der Orientierung für einen Berufseinstieg unterstützen.

In dem vorliegenden Artikel wird der Frage nachgegangen, welche Berufsprofile sich für zukünftige IT-Beraterinnen und -Berater aus den in Stellenanzeigen genannten Tätigkeiten und Anforderungen an die Bewerberinnen und Bewerber ableiten lassen. Unter einem Berufsprofil werden

dabei die „Qualifikationen und Kompetenzen, die zur Bewältigung der in den Arbeits- und Geschäftsprozessen anfallenden Aufgaben und Tätigkeiten erforderlich sind,“ [4] verstanden. Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden 174 Stellenanzeigen eines Jobportals ausgewertet und analysiert.

## **2 Material und Methode: Auswertung von 174 Stellenanzeigen mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse**

Für die Ermittlung von Berufsprofilen können verschiedene Datenquellen genutzt und Auswertungsmöglichkeiten angewendet werden. Neben Interviews mit Verantwortlichen in den Personalabteilungen und Fachbereichen der Arbeitgeber ist die systematische Auswertung von Stellenanzeigen eine Methode, um diese Anforderungen zu erheben. Für den vorliegenden Artikel wurde in einem führenden deutschen Jobportal mit dem Suchbegriff „IT-Berater“ nach Stellenausschreibungen gesucht. Die Suchfunktion lieferte zu dieser Anfrage 850 Treffer. Von diesen 850 Treffern wurden die ersten 200 Ergebnisse ausgewählt, um den Aufwand bei der Auswertung zu begrenzen. Die Treffer nach diesen ersten 200 Ergebnissen waren zunehmend weniger passend und beschrieben unter anderem Angebote für Softwareentwickler, Unternehmensberater ohne IT-Bezug oder für Tätigkeiten im IT-Support.

Aus dem Jobportal wurden für die ersten 200 Treffer die Liste aller Einträge sowie die einzelnen Anzeigen im PDF-Format gesichert, um einen konsistenten Datenbestand zu erhalten. Das Ausschreibungsdatum der ausgewählten Stellenanzeigen umfasst den Zeitraum vom 29. August 2011 bis zum 12. September 2011. Sämtliche Stellenanzeigen wurden mit dem ausschreibenden Unternehmen und dem Einsatzort in einer Excel-Tabelle erfasst.

Im Rahmen einer ersten Sichtung, sowie bei den späteren Auswertungsprozessen, wurden Stellenanzeigen aussortiert, die keinen oder nur einen sehr geringen Bezug zur IT-Beratung aufweisen. Dies waren beispielsweise Stellenanzeigen für Assistenzstellen in IT-Beratungsunternehmen, reine Softwareentwicklungsstellen ohne Beratungsanteil, sowie Stellen, deren Hauptaufgabe der telefonische First-Level-Support ist. Ebenso wurden Stellen aussortiert, in denen eine reine fachliche Beratung ohne unmittelbaren IT-Bezug oder eine Vertriebstätigkeit beschrieben wurde. Es verblieben 174 Stellenanzeigen für die weitere Auswertung.

Für die verbleibenden Datensätze wurden zunächst weitere Merkmale erfasst, wie Bundesland, Branche, Ausschreibungsdatum, kundenorientierte vs. Inhouse-Beratung, Unternehmensgröße, Erfahrungslevel. Anschließend wurden die in den Stellenanzeigen genannten Aufgaben und Anforderungen kodiert. Auf diese Weise wurden 931 Kodierungen für Aufgaben mithilfe von 118 unterschiedlichen Codes vorgenommen. Die Kodierung der Anforderungen an die Bewerber umfasst 2888 Kodierungen auf der Grundlage von 740 unterschiedlichen Codes. Die Codes wurden induktiv im Rahmen der Kodierung aus den Daten generiert. Im Anschluss an die Kodierung wurde eine Bereinigung vorgenommen, indem ähnliche Codes zusammengeführt wurden.

Das Vorgehen bei der Auswertung orientiert sich an der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [5], die quantitative und qualitative Verfahren für die Auswertung großer Materialmengen kombiniert. Die Ergebnisse dieser Auswertung werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

### 3 Auswertung der Stellenanzeigen

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der quantitativen Auswertung der Stellenanzeigen vorgestellt. Zunächst werden arbeitgeberspezifische Daten dargestellt, anschließend werden die in den Anzeigen beschriebenen Aufgaben und Tätigkeiten ausgewertet.

#### 3.1 Arbeitgeber, Branche und Einsatzort

Die Stellenanzeigen stammen von 105 unterschiedlichen Firmen. Die in den Anzeigen beschriebene Tätigkeit der IT-Beraterinnen und -Berater kann sich entweder auf spezifische Branchen beziehen oder sie kann bestimmte branchenneutrale Technologien, Vorgehen oder Systeme als Kerngegenstand haben. Etwa 57% der Stellenausschreibungen nannten explizit keine Branche bzw. über das ausschreibende Unternehmen konnte kein eindeutiger Branchenbezug hergestellt werden (siehe Tabelle 1). Unter den branchenspezifischen Ausschreibungen waren die Branchen Banken und Finanzdienstleister (ca. 9%), Automobile und Fahrzeugbau (ca. 6%), sowie Handel und Logistik (ca. 5%) am häufigsten vertreten.

Branche	Anzahl
verschiedene	100
Banken / Finanzdienstleister	16
Automobile / Fahrzeugbau	10
Handel / Logistik	8
Telekommunikation	5
Fashion und Lifestyle	5
Industrie und Handel	4
Öffentliche Verwaltung	3
Versicherungen	3
Einzelhandel	3
Maschinenbau	3
E-Commerce	3
Luftfahrtindustrie	3
Chemische Industrie	2
Gesundheitswesen	2
Nahrungsmittelindustrie	1
Pharmazie / Life-Science	1
Energiewirtschaft / Utilities	1
Medienindustrie	1
Gesamtergebnis	174

**Tabelle 1: Einsatzbranchen der IT-Beraterinnen und -Berater**

IT-Beraterinnen und IT-Berater sind häufig beim Kunden „vor Ort“ im Einsatz. Selbst bei einer Inhouse-Beratungstätigkeit in größeren Unternehmen mit mehreren Standorten sind häufige Reisen erforderlich. Dennoch ist für die Arbeitnehmer interessant, an welchem Standort der Firmensitz bzw. das Büro ist. Größere Unternehmen bieten den Arbeitnehmern häufig auch die Möglichkeit, den Standort auszuwählen.

Von den untersuchten Stellenanzeigen boten etwa 40% den Bewerberinnen und Bewerbern die Möglichkeit, an unterschiedlichen Standorten tätig zu sein, bzw. stellten heraus, dass sie die meiste Zeit an verschiedenen Standorten eingesetzt werden. Mit Abstand die meisten Arbeitsplätze werden in den Bundesländern Bayern (ca. 16%), Nordrhein-Westfalen (ca. 14%) sowie Baden-Württemberg und Hessen (jeweils ca. 10%) an-geboten.

Bundesland	Anzahl
Baden-Württemberg	18
Bayern	27
Berlin	2
Bremen	2
Deutschsprachiges Ausland (CH, A, Lux)	2
Hamburg	7
Hessen	18
Niedersachsen	1
Nordrhein-Westfalen	24
Rheinland-Pfalz	1
Schleswig-Holstein	3
verschiedene Standorte	69
Gesamtergebnis	174

**Tabelle 2: Arbeitsplatz nach Bundesländern**

### 3.2 Aufgaben in der IT-Beratung

In den 174 ausgewerteten Stellenanzeigen zeigt sich ein breites Spektrum an Aufgaben, die eine IT-Beraterin, bzw. ein IT-Berater, im Unternehmen zu übernehmen hat. Um die Aufgaben auswerten zu können, wurden sie kodiert. Die Codes wurden dabei so gewählt, dass sie möglichst nah an den Texten der Stellenanzeigen liegen. Von den insgesamt 115 verwendeten Codes sind aus Platzgründen in Tabelle 3 nur die Codes aufgeführt, die häufiger als zehn Mal verwendet wurden.

Der Kern der Tätigkeit der IT-Beraterinnen und -Berater wird daraus ersichtlich: Es geht darum, Anforderungen bei den internen oder externen Kunden systematisch zu ermitteln, und, darauf aufbauend, eine Lösungskonzeption zu erarbeiten und dem Kunden gegenüber darzustellen und zu vertreten. Da die Arbeit meist in Projekten stattfindet, werden den IT-Beraterinnen und -Beratern ab einer bestimmten Erfahrungsstufe auch Projektmanagementaufgaben übertragen. Das Geschäftsprozessmanagement, also die Erhebung, Analyse und Optimierung von Geschäftsprozessen, ist dabei eine Methode von zentraler Bedeutung. Ein Teil der Stellenanzeigen beinhaltet Anteile von Softwareentwicklung und Implementierungsarbeiten oder die Anpassung von Standardsoftware (Customizing). In eher operativ und praktisch ausgerichteten Angeboten sind Aufgaben wie Tests, Installation und Inbetriebnahme, Systemintegration sowie First-/Second-/Third-Level-Support vorgesehen. In anderen Aufgabenbeschreibungen sind Themen wie IT-Strategie aufgeführt. Ein spezifisches Profil bilden die Angebote in der IT-Sicherheits-Beratung, zu deren Kernaufgaben die Schwachstellenanalyse, die Entwicklung und Umsetzung von Sicherheitskonzepten, oder die Durchführung von IT-Revisionen und -Audits gehören.



<b>Aufgabe</b>	<b>Anzahl</b>
Lösungskonzeption	101
Anforderungsanalyse	83
Projektmanagement	57
Geschäftsprozessmanagement	51
Softwareentwicklung / Implementierung	38
Schulungen / Workshops	38
Vertriebsunterstützung	38
Einführung / Roll-Out	37
Customizing	35
Dokumentation	28
Tests	27
Installation und Inbetriebnahme	27
Systemintegration	22
Qualitätssicherung	17
Design	16
Second/Third-Level-Support	16
IT-Infrastrukturanalyse	15
IT-Strategie	13
IT-Sicherheit	11
First-Level-Support	11
Ergebnispräsentation	11
Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen	11

**Tabelle 3: Anzahl genannter Aufgaben (Auszug)**

### 3.3 Anforderungen an die Bewerber

In einem zu der Auswertung der Aufgaben analogen Kodierverfahren wurden die betrachteten 174 Stellenanzeigen auch daraufhin untersucht, welche Anforderungen an die potenziellen Bewerberinnen und Bewerber gestellt werden. Bei dieser Auswertung wurde ein Kompromiss zwischen einer Nähe zu den Formulierungen in den Stellenanzeigen und einer Gruppierung ähnlicher Formulierungen unter einem gemeinsamen Schlagwort gesucht. Die Anzahl von 740 Kodes ist in Relation zu den 2888 genannten Aufgaben relativ hoch. Da vergleichbare Formulierungen zusammengefasst wurden (z. B. Kenntnisse in und Erfahrungen bei der Präsentation von Projektergebnissen), deutet diese große Zahl auf ein heterogenes Anforderungsspektrum hin. Bei der Kodierung wurde keine Unterscheidung zwischen verpflichtenden und wünschenswerten Anforderungen vorgenommen. Wurden mehrere Studiengänge, Programmiersprachen oder SAP-Module explizit genannt, so wurden diese jeweils einzeln kodiert.

Lässt man die in fast allen Ausschreibungen geforderten Deutschkenntnisse außer Acht, so werden Englischkenntnisse am häufigsten gefordert. Sie werden in 117 von 174 Stellenanzeigen explizit erwähnt (ca. 67%). In nur vier Stellenanzeigen wird eine weitere Fremdsprache als Anforderung genannt.

Anforderung	Anzahl
Kommunikationsfähigkeit	92
Reisebereitschaft	84
Teamgeist	71
analytische Fähigkeiten	68
kundenorientiertes Arbeiten	62
Flexibilität	40
Datenbanksysteme	35
Projektmanagement	35
Lösungsorientierung	35
Prozessmanagement	35
konzeptionelle Fähigkeiten	31
Verantwortungsbewusstsein	27
Projekterfahrung	26
sicheres Auftreten	24
SAP	24
Java	23
selbständige Arbeitsweise	23
Engagement	20
Kreativität	18
MS-Office	18
strukturierte Arbeitsweise	17
Präsentationskenntnisse	16
Programmierkenntnisse	16
Initiative	16
Pragmatismus	15

**Tabelle 4: Weitere häufig genannte Anforderungen mit mehr als 15 Erwähnungen**

Fast alle Stellenanzeigen sehen ein Studium als Einstellungsvoraussetzung vor. In 75 Fällen (43%) wird alternativ eine einschlägige Berufsausbildung mit anschließender Berufserfahrung als Voraussetzung genannt. Am häufigsten wird – unter Berücksichtigung von Mehrfachnennungen – ein Studium der Informatik (95) als Anforderung genannt, gefolgt von der Wirtschaftsinformatik (80), der Betriebswirtschaftslehre (40), dem Wirtschaftsingenieurwesen (23), den Ingenieurwissenschaften (16), der Mathematik (15), den diversen Naturwissenschaften (14) und den Wirtschaftswissenschaften (14). Weitere spezifische Studiengänge wie Elektrotechnik (4) oder Maschinenbau (2) werden deutlich seltener genannt. Teilweise werden auch pauschale Kategorien wie ein technisches Studium (12), ein Studium in einem IT-Fach (9) oder generell ein Studium (13) genannt.

Insgesamt 91 Stellenanzeigen fordern Berufserfahrung oder betrachten diese als wünschenswert. In weiteren 15 Anzeigen werden bereits absolvierte Praktika als Anforderung an die Bewerberinnen und Bewerber genannt.

Die verbleibenden Anforderungen decken ein breites Feld ab: Von allgemeinen Berufsfertigkeiten über Persönlichkeitseigenschaften bis hin zu der Kenntnis bestimmter Programmiersprachen, Entwicklungsmethoden oder Standardsoftware-Module. Eine Übersicht über alle Anforderungen, die häufiger als 15-mal erwähnt wurden, ist in Tabelle 4 dargestellt.

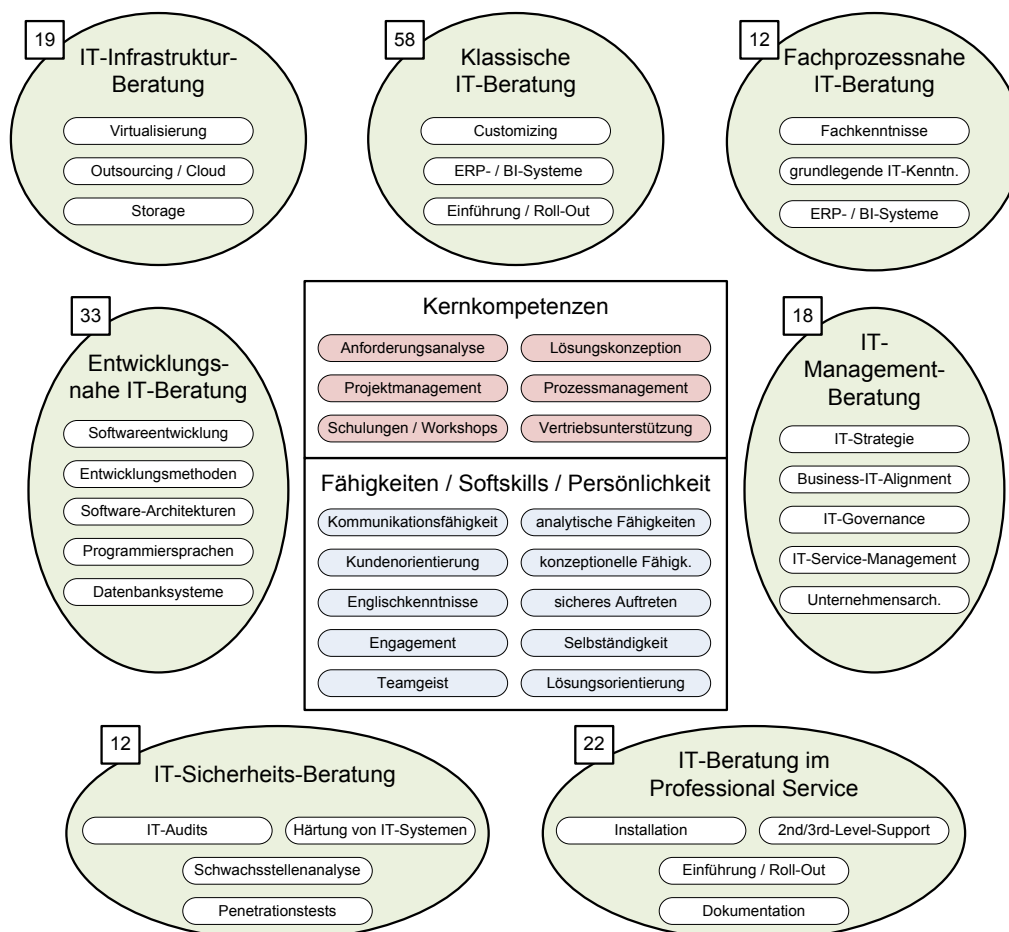
## 4 Ergebnisse: Von Aufgaben und Anforderungen zu Berufsprofilen

Die qualitative Auswertung der Aufgaben und Anforderungen, die in den Stellenausschreibungen genannt werden, und deren Kombinationen, können zu verschiedenen Berufsprofilen für IT-Beraterinnen und -Berater zusammengeführt werden.

- Die „**klassische IT-Beraterin**“, bzw. der „**klassische IT-Berater**“, ist in der kundenorientierten oder Inhouse-Beratung tätig. Zu den Aufgaben in diesem Profil gehören insbesondere die Anforderungsanalyse, die Lösungskonzeption sowie die Anpassung von Standardsoftware (Customizing). Die IT-Beraterin, bzw. der IT-Berater, ist dabei Expertin oder Experte für ein bestimmtes Produkt oder Modul (z.B. ERP-Systeme, CRM-Systeme, DWH/BI-Systeme) und ist mit den technischen Eigenschaften dieser Systeme vertraut. Ergänzend können kleinere Entwicklungsaufgaben, die über das Customizing hinausgehen, oder die Vertriebsunterstützung hinzukommen.
- Die „**IT-Beraterin in Professional Service**“, bzw. der „**IT-Berater im Professional Service**“, hat gegenüber dem klassischen Typus zusätzliche Aufgaben wie die Installation, die Durchführung von Tests, die Dokumentation, den Second-/Third-Level-Support, das Projektmanagement, oder auch Schulungen. Dieser Typus ist ein „Service-Techniker“ oder „Service-Technikerin“ mit Beratungskompetenz. Dieses Profil ist insbesondere in kleineren Unternehmen bzw. Unternehmenseinheiten zu finden, bei denen die Berater oder Beraterinnen neben dem Vertrieb die Schnittstelle zum Kunden darstellen. Sie arbeiten – soweit vorhanden – mit der internen Entwicklung oder dem externen Softwareanbieter zusammen. Das Aufgabenprofil ist umfangreich und umfasst sehr unterschiedliche Aufgabentypen.
- Der „**entwicklungsnahe IT-Berater**“, bzw. die „**entwicklungsnahe IT-Beraterin**“, hat wesentliche Anteile von Softwareentwicklung in seinem, bzw. ihrem, Aufgabenprofil. Neben der Anforderungsermittlung beim Kunden gehören die Modellierung, die Entwicklung von Lösungskonzepten und -architekturen, das Design, die „tatsächliche“ Programmierung sowie Tests und Dokumentation zu den Kernaufgaben. Schulungen, Einführung und Roll-Out, Projektmanagement und Vertriebsunterstützung können als weitere Aufgaben hinzukommen.
- Der „**IT-Management-Berater**“, bzw. die „**IT-Management-Beraterin**“, berät die Kunden an den Schnittstellen zwischen IT-Abteilung, Geschäftsführung und Fachabteilungen. Zu den Kernaufgaben gehören die Beratung zu den Themen des IT-Managements: der IT-Strategie, der Unternehmensarchitektur, des Business-IT-Alignments, des IT-Servicemanagements, der IT-Bebauungsplanung, des Projektportfoliomanagements und der IT-Governance. Die Ausrichtung dieser Beratung ist eher strategisch-konzeptionell und umfasst nur am Rande die Einführung, bzw. das Customizing, entsprechender Softwaretools (z. B. für das Unternehmensarchitekturmanagement). Im Mittelpunkt steht die Optimierung der IT-Organisation im Unternehmen.
- Die „**Beraterin für IT-Infrastrukturen**“, bzw. der „**Berater für IT-Infrastruktur**“, hat den Fokus auf der Analyse und Optimierung der IT-Infrastruktur des Kunden. Thematisch gehören beispielsweise die Servervirtualisierung, das Desktopmanagement, das Storage-Management oder das Cloud-Computing in dieses Aufgabenprofil. Die Berater und Beraterinnen arbeiten insbesondere mit der IT-Abteilung des Kunden zusammen, um dessen IT-Infrastruktur zu optimieren. Dafür sind häufig tiefergehende Kenntnisse in den entsprechenden Technologien

und Systemen erforderlich, die einen deutlichen Wissens- und Erfahrungsvorsprung gegenüber dem Kunden bedeuten. Auch die Konzeption und Realisierung von Outsourcing-Lösungen gehört zu diesem Aufgabenprofil.

- Ein besonderes Profil ist die „**Beraterin für IT-Sicherheit**“, bzw. der „**Berater für IT-Sicherheit**“. Durch die vielen Berichte und öffentlichen Diskussionen zur IT-Sicherheit der letzten Zeit sind viele Unternehmen daran interessiert, die Sicherheit ihrer Systeme überprüfen und verbessern zu lassen. Gleichzeitig entstehen aus dem Bereich Governance, Risk und Compliance neue Anforderungen an die IT-Beratung. Es gibt folglich zwei unterschiedliche Ausrichtungen innerhalb dieses Profils. Die eine ist eher technisch orientiert und umfasst technische Sicherheitsanalysen, Penetrationstests und die Härtung von Systemen (teilweise auch durch eigene Programmierung). Die andere ist eher prozessorientiert und überprüft im Rahmen von Risikoanalysen, Berechtigungsmanagement und IT-Audits die organisatorische Umsetzung von Sicherheitskonzepten und entwickelt diese weiter.
- Der letzte Typus, die „**fachprozessnahe IT-Beraterin**“, bzw. der „**fachprozessnahe IT-Berater**“, stellt ihre, bzw. seine, technische Kompetenz an der Schnittstelle einer IT-Abteilung, bzw. zu externen Dienstleistern, zu einer Fachabteilung zur Verfügung. Personen in diesen Funktionen sollten sehr gut mit den fachlichen Prozessen vertraut sein und auf deren Grundlage Anforderungen formulieren und Konzepte entwickeln können. Die Anforderungen an das IT-Wissen dieser Beraterinnen und Berater ist eher begrenzt und bezieht sich z. B. auf bestimmte fachliche ERP-Module und deren Anpassung.



**Bild 1: Kernkompetenzen, Fähigkeiten und Berufsprofile in der IT-Beratung**

In Bild 1 sind die Ergebnisse der Auswertung in einer Übersicht grafisch zusammengefasst. Fähigkeiten, erforderliche Kenntnisse und Aufgaben sind in der Abbildung als Rechteck mit abgerundeten Ecken visualisiert. Die Darstellung verdeutlicht, dass es Kernkompetenzen für IT-Beraterinnen und -Berater gibt, die weitgehend unabhängig von den Berufsprofilen sind (oberes Rechteck in der Mitte). Ebenso gibt es Fähigkeiten, Softskills und Eigenschaften der Persönlichkeit, die in vielen Fällen von den Arbeitgebern erwartet werden (unteres Rechteck in der Mitte). Die sieben vorgestellten Berufsprofile (Ovale) verdeutlichen hingegen die Unterschiede, die in Tätigkeiten und den damit verbundenen Anforderungen bestehen. Für jedes Profil ist die Anzahl der ihm zugeordneten Stellenanzeigen angegeben (Quadrat oben links).

Für Studiengänge an Hochschulen sind die Berufsprofile zukünftiger Absolventinnen und Absolventen eine Quelle für die Ausgestaltung der Curricula. Je besser die Studierenden auf ihr zukünftiges Berufsumfeld vorbereitet werden, desto größer ist ihre Employability (Beschäftigungsfähigkeit) [3]. Wenn Studiengänge, die in den hier untersuchten Stellenanzeigen genannt werden, wie beispielsweise Informatik, Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre, ihre Studierenden auf die Berufswelt von IT-Beraterinnen und IT-Beratern vorbereiten möchten, können sie sich an diesen Berufsprofilen orientieren. Sie ermöglichen auch eine deutliche Positionierung: Die Ausbildung von entwicklungs-orientierten IT-Beraterinnen und -Beratern erfordert in jedem Fall wesentliche Inhalte zur Softwareentwicklung wie (objektorientierte) Programmiersprachen, Softwareentwicklungsmethoden, Softwarearchitektur und Datenbanksysteme. Anderen Berufsprofilen, wie dem des klassischen IT-Beraters, oder dem der klassischen IT-Beraterin, kann man sich aus zwei Richtungen nähern: Aus der fachlichen Perspektive (z. B. Banken / Finanzdienstleistungen) oder aus der technischen Perspektive (z. B. Design und der Implementierung von Informationssystemen). Unerlässlich ist jedoch ein „Verbindungs-kit“, um an die jeweils andere Seite „anschlussfähig“ zu sein. Dies kann durch Kenntnisse in konkreten ERP-Softwaremodulen, aus der Berufserfahrung oder durch allgemeine Methoden wie Projekt- und Prozessmanagement erreicht werden.

Auch wenn allgemeine Anforderungen, wie Kommunikationsfähigkeit oder analytische Fähigkeiten, einen weiten Raum für diverse Ausgestaltungen der Ausbildungsinhalte geben, sollten die Anforderungen der Arbeitgeber (insbesondere bei einer Beschränkung auf die in Stellenanzeigen veröffentlichten) nicht die alleinige Leitlinie sein. Die Suche nach eher fachfremden Mathematikern, Physikern und Naturwissenschaftlern in den Stellenanzeigen verdeutlicht, dass dem Studium in einigen Fällen auch die Rolle einer grundlegenden Ausbildung zugewiesen wird. Die fachliche Ausbildung im Studium tritt hier in den Hintergrund, ihre Vermittlung übernehmen die Unternehmen im Zweifelsfall offenbar selbst oder sie setzen eine Berufspraxis voraus, in der die erforderlichen fachlichen Kompetenzen erworben wurden. Für die Gestaltung von Studiengängen sind neben den hier diskutierten Kompetenzen auch andere, grundsätzliche Kompetenzen erforderlich, wie beispielsweise der Umgang mit Moden und Trends [6], ein solides theoretisches Fundament [7] und Orientierungswissen über die Zusammenhänge zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und dem Einsatz von IT in Unternehmen [8].

## 5 Diskussion und Ausblick

Die Verallgemeinerbarkeit der hier dargestellten Ergebnisse wird durch verschiedene Faktoren begrenzt. Erstens wurden die Stellenanzeigen lediglich aus einem einzigen Jobportal im Rahmen eines begrenzten Zeitintervalls Mitte des Jahres 2011 bezogen. Möglicherweise sind die

Anzeigen bestimmter Firmen oder anderer fachlicher Ausrichtung eher in anderen Portalen zu finden, oder konjunkturelle und saisonale Faktoren können zu Verzerrungen führen. Hier wäre ein Vergleich mit Daten aus anderen Portalen, oder zu anderen Zeitpunkten wünschenswert: Denn der Zeitraum, in dem die Veröffentlichungsdaten liegen, kann zu Verzerrungen führen, wenn beispielsweise die umfangreiche Personalaufstockung eines Unternehmens in einem bestimmten Bereich zu diesem Zeitpunkt stattfindet. In den vorliegenden Daten hat ein einzelnes Beratungsunternehmen 15 Stellen ausgeschrieben, von denen alleine 9 dem Bereich Banken und Finanzdienstleister (mit jeweils graduellen Unterschieden in den Aufgabenbeschreibungen) zuzurechnen sind. Offenbar wird die IT-Beratungssparte für diese Branche dort derzeit massiv ausgebaut.

Zukünftige Untersuchungen könnten sich der hier aufgeworfenen Frage nach den Berufsprofilen von IT-Beraterinnen und Beratern auch methodisch auf anderen Wegen nähern. Stellenanzeigen sind nur eine mögliche Datenquelle, um die Tätigkeiten von IT-Beraterinnen und -Beratern sowie die an sie gestellten Anforderungen zu erfassen. Eine weitere Möglichkeit bilden beispielsweise Interviews mit relevanten Unternehmen. Die in den hier ausgewerteten Stellenanzeigen genannten Firmen bieten sich für eine Folgeuntersuchung als potenzielle Gesprächspartner an. Zur Auswertung einer größeren Anzahl an Stellenanzeigen wären auch andere Auswertungsverfahren, wie Data Mining und andere Information-Retrieval-Verfahren geeignet [9]. Zusätzlich bieten die hier beschriebenen Berufsprofile eine mögliche Grundlage für den Abgleich bestehender Curricula mit den Anforderungen, die sich aus den Stellenanzeigen für IT-Beraterinnen und -Beratern ergeben. Weitere offene Fragen bestehen hinsichtlich der Genese der Profile im Zeitverlauf sowie zu erwartender Veränderungen der Profile durch Trends und Innovationen.

## 6 Literatur

- [1] Nissen, V; Kinne, S (2008): IV- und Strategieberatung: eine Gegenüberstellung. In: Loos, P; Breitner M; Deelmann T (Hrsg.), *IT-Beratung zwischen Wissenschaft und Praxis*. Logos, Berlin.
- [2] Deelmann, T (2007): Beratung, Wissenschaft und Gesellschaft – Interdependenzen und Gegenläufigkeiten. In: Nissen, V (Hrsg.), *Consulting Research – Unternehmensberatung aus wissenschaftlicher Perspektive*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [3] Klaus, H (2009): Employability und Studium. In: Speck, P (Hrsg.), *Employability – Herausforderungen für die strategische Personalentwicklung – Konzepte für eine flexible, innovationsorientierte Arbeitswelt von morgen*. Gabler, Wiesbaden.
- [4] Baron, W; Glauner, C; Zweck, A (2009): Neue Berufsprofile – Übersichtsstudie. VDI, Düsseldorf.
- [5] Mayring, P (2000): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Deutscher Studien Verlag, Weinheim.
- [6] Drews, P; Schirmer, I (2011): Kompetenzen für den Umgang mit Moden und Trends: Vorschläge für die universitäre Ausbildung zukünftiger IT-Beraterinnen und -Berater. In: Heiß, H-U; Pepper, P; Schlingloff, H; Schneider, J (Hrsg.), *Informatik 2011*. Gesellschaft für Informatik, Berlin.

- [7] Niehaves, B; Becker, J (2006): Design Science Perspectives on IT-Consulting. In: Lehner, F; Nösekabel, H; Kleinschmidt, P (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006*. München.
- [8] Rolf, A (2008): *Mikropolis 2010 - Menschen, Computer, Internet in der globalen Gesellschaft*. Metropolis Verlag, Marburg.
- [9] Ziebarth, S; Malzahn, N; Zeini, S; Hoppe, UH (2008): Ein empirischer Zugang zur Ermittlung von Kompetenzprofilen in der Digitalen Wirtschaft. In: Meißner, K; Engelen, M (Hrsg.) *Virtuelle Organisationen und Neue Medien 2008 (GeNeMe 2008)*. TUDpress, Dresden.





# **Work-Life-Balance – Strategische Waffe des HR-Managements in der IT-Unternehmensberatung?**

**Frank Termer**

Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen,  
98684 Ilmenau, E-Mail: frank.termer@tu-ilmenau.de

**Volker Nissen**

Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen,  
98684 Ilmenau, E-Mail: volker.nissen@tu-ilmenau.de

## **Abstract**

Unter dem Eindruck, dass zum einen der Frauenanteil in der IT-Unternehmensberatung auf einem niedrigen Niveau stagniert und zum anderen dem Berufsbild der Beratertätigkeit der Ruf einer schlechten Vereinbarkeit von Berufs- und Privatleben anhaftet, stellt sich die Frage, was Beratungsunternehmen tun können, um gezielt mehr Frauen für den Beruf der IT-Beraterin zu gewinnen. Unter Reflektion der aktuellen Situation bei IT-Beraterinnen untersucht der Beitrag aus Sicht der Personalverantwortlichen von IT-Beratungsunternehmen, welche Relevanz Work-Life-Balance (WLB)-Maßnahmen im HR-Management zugesprochen wird, um der geschilderten Problematik zu begegnen. Als Ergebnis zeigt sich, dass Beratungsunternehmen dem Themenfeld WLB nur eine untergeordnete Rolle zuweisen, damit aber den Erwartungen der IT-Beraterinnen nicht entsprechen und als Konsequenz Potenziale ungenutzt lassen.

## **1 Ausgangspunkt**

Die IV-orientierte Unternehmensberatung, welche Beratungsdienstleistungen mit dem Ziel der Verbesserung des Einsatzes der Informationsverarbeitung (IV) bei einem beauftragenden Unternehmen zum Ziel hat [6], sieht sich bereits seit einigen Jahren einer zunehmenden und intensiven Suche nach hoch-qualifiziertem Personal gegenüber [5]. Der demographische Wandel einerseits aber auch drohende Regularien, wie das Erfüllen einer Frauenquote bei der Besetzung von Führungskräftepositionen, andererseits, werden zukünftig zu einer weiteren Verschärfung der Problematik führen [9], [10].

Dem Konzept der Work-Life-Balance (WLB), welches verschiedenartig definiert wird, hier aber vereinfacht als Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben charakterisiert sei [8], wird die Fähigkeit zugesprochen, sowohl den Fachkräftemangel als auch die Erhöhung des Frauenanteils in Unternehmen zu adressieren, indem Berufe attraktiver gemacht werden

und MitarbeiterInnen länger leistungsfähiger und zufriedener im Beruf verbleiben [3]. Der Umgang mit diesen Herausforderungen fällt in den Aufgabenbereich des Personalmanagements (auch Human-Resources (HR)-Management), welcher nach der funktionsorientierten Perspektive die Personalsuche und -auswahl, sowie das Training, die Arbeitssicherheit, sowie die Arbeitsplatzbewertung und die Vergütung der Arbeit beinhaltet [14].

Im vorliegenden Beitrag gehen wir der Frage nach, in wieweit Personalverantwortliche von IT-Beratungsunternehmen WLB-Maßnahmen als strategischen Erfolgsfaktor ansehen, um die Gewinnung und längerfristige Bindung von hoch-qualifizierten Frauen zu unterstützen. Wir untersuchen daher folgende Fragestellungen für IT-Beratungsunternehmen:

1. Was bedeutet Work-Life-Balance für Personalverantwortliche?
2. Welche Ziele sollten Work-Life-Balance-Maßnahmen aus Sicht von Personalverantwortlichen verfolgen?
3. Welche Work-Life-Balance-Maßnahmen werden aktuell bereits von IT-Beratungsunternehmen angeboten und wie wird sich zukünftig das Angebot entwickeln?
4. Welche Schwierigkeiten bzw. Hinderungsgründe treten bei der Umsetzung bzw. Einführung von WLB-Maßnahmen auf?
5. In wie weit entsprechen die Vorstellungen der Personalverantwortlichen denen von IT-Beraterinnen?

## 2 Vorgehensweise und Methodik

Grundlage des Beitrages ist die Studie „Worklife-Balance bei Frauen in der IT-Unternehmensberatung (WoBaFIT)“, welche von September 2010 bis April 2011 durchgeführt wurde. Es wurden Methoden der empirisch-qualitativen, explorativen Forschung verwendet, mit dem Ziel, überprüfbare Hypothesen zu generieren. Das Forschungsdesign kann daher in den Bereich der Bedarfsforschung eingeordnet werden [1]. Die Studie wurde zweistufig konzipiert und fokussierte zwei Personengruppen: zum einen Frauen, welche als IT-Beraterin tätig sind und zum anderen Personalverantwortliche von IT-Beratungsunternehmen, welche stellvertretend für deren Arbeitgeber befragt wurden.

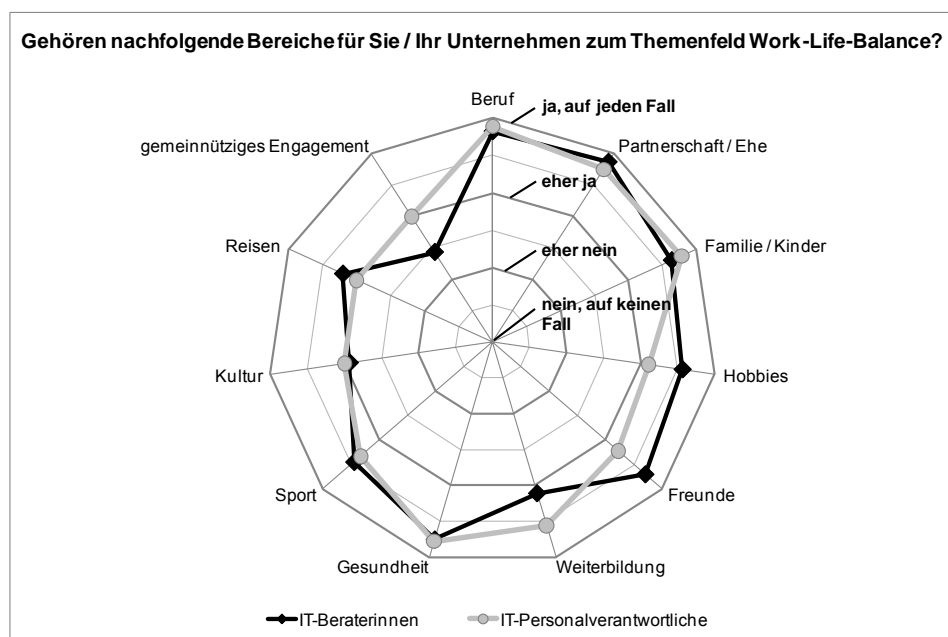
In einem ersten Schritt wurden grundlegende Sachverhalte mittels eines Fragebogens, welcher auf der Grundlage vergleichbarer Studien ([2], [4]) entworfen wurde, in den Themenfeldern WLB, Karriere und Arbeitsbedingungen ermittelt. Es wurden korrespondierende Fragen an beide Untersuchungsgruppen gestellt, um deren Antworten gegenüberstellen zu können. Die Ergebnisse flossen in die Gestaltung von Interviewleitfäden ein, welche in einem zweiten Schritt zur Durchführung von telefonisch geführten Experteninterviews genutzt wurden.

Die Basis der nachfolgenden Ausführungen bilden 9 von Personalverantwortlichen ausgefüllte Fragebögen und Aussagen aus Telefoninterviews, die mit 5 der 9 TeilnehmerInnen geführt wurden. Als Vergleich werden diese Ergebnisse denen der Studie [15] gegenübergestellt. Hier bilden 74 von IT-Beraterinnen ausgefüllte Fragebögen und Ergebnisse aus Telefoninterviews, die mit 10 der befragten Beraterinnen geführt wurden, die Vergleichsgruppe.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Was ist Work-Life-Balance?

Der Begriff WLB wird von Personalverantwortlichen sehr umfassend beschrieben und alle als Antwort angebotenen Bereiche wurden zum Themenfeld WLB hinzugezählt (vgl. Bild 1). Dabei wird jedoch deutlich, dass die Themen Beruf, Partnerschaft / Ehe, Familie / Kinder und Gesundheit mit großem Abstand vor allen anderen Antwortmöglichkeiten rangieren. In diesen vier Bereichen deckt sich der Grad der Zustimmung zudem mit den Antworten der befragten IT-Beraterinnen [15]. Größere Abweichungen zeigen sich in den Bereichen Hobbies und Freunde, bei denen Personalverantwortliche die von IT-Beraterinnen ausgesprochene Wichtigkeit deutlich unterschätzen, sowie bei den Themen Weiterbildung und gemeinnütziges Engagement, welche wiederum überschätzt werden.



**Bild 1:** Bereiche, die von den befragten IT-Beraterinnen und Personalverantwortlichen zum Themenfeld Work-Life-Balance hinzugezählt werden

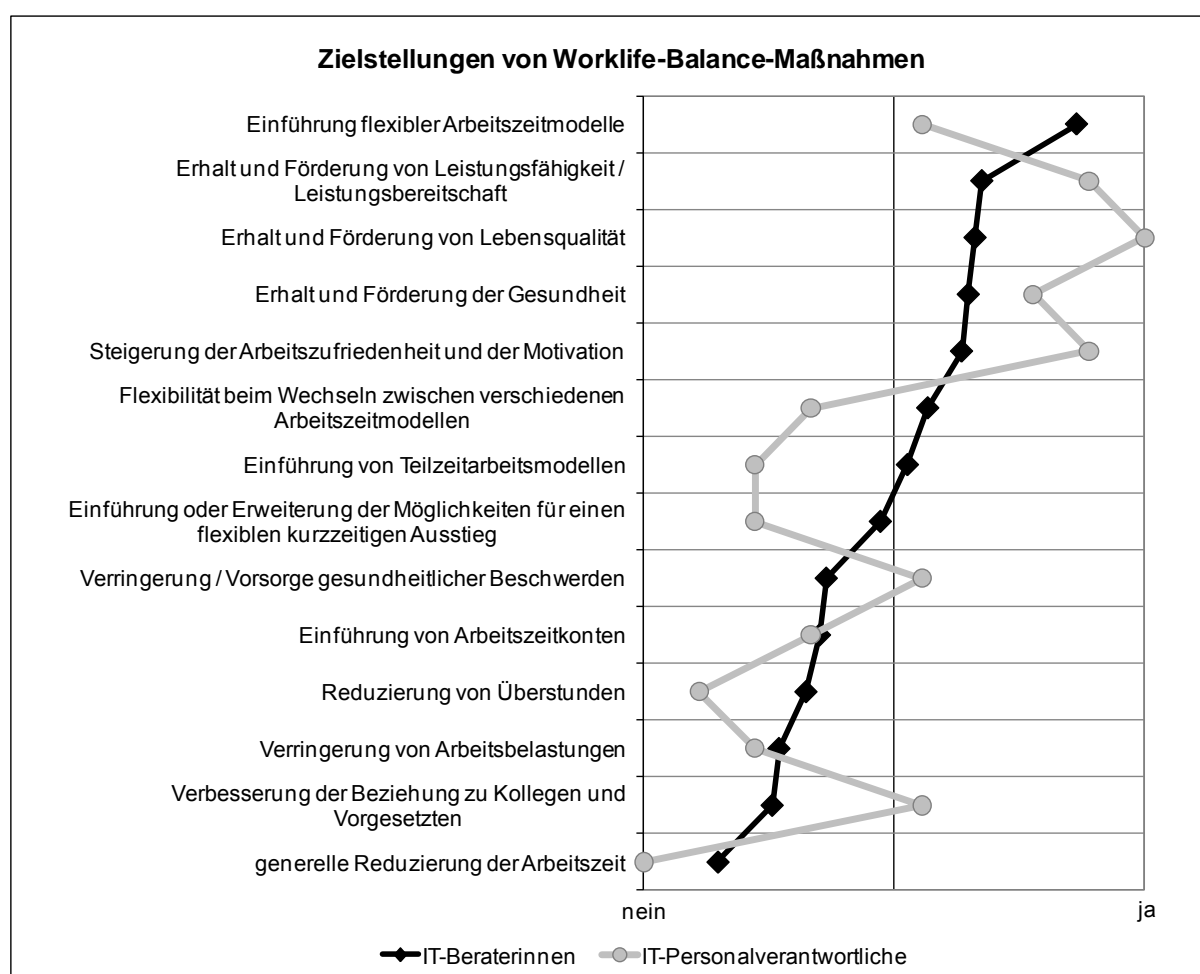
Als Ergänzung zur Befragung konnte in den Interviews die dargestellte Sicht der Personalverantwortlichen bestätigt werden. Es gab sehr unterschiedliche Meinungen: So gab ein Personalverantwortlicher an, dass WLB im Unternehmen „kein Thema“ sei, da es eine Selbstverständlichkeit darstelle und daher „müsse man darüber nicht reden und den Begriff auch nicht näher spezifizieren. Auf der Gegenseite wurde aber auch angegeben, dass WLB aktiv angesprochen und insbesondere bei Neueinstellungen nachgefragt wird.

#### 3.2 Was sind Zielstellungen von WLB-Maßnahmen?

Zur erfolgreichen Realisierung von WLB für die MitarbeiterInnen eines Unternehmens können Personalverantwortliche aus bereits zahlreich entwickelten Maßnahmen wählen [3]. Die konkrete Umsetzung hängt jedoch von den identifizierten bzw. gewünschten Zielstellungen solcher Maßnahmen ab. Gefragt danach, welche Zielstellungen WLB-Maßnahmen verfolgen sollten, zeigte sich zwischen IT-Beraterinnen und Personalverantwortlichen ein

differenziertes Bild (vgl. Bild 2). Die Zielstellung „Einführung flexibler Arbeitszeitmodelle“ wird von IT-Beraterinnen als am Wichtigsten angesehen [15]. Diese Sichtweise wird von Personalverantwortlichen deutlich unterschätzt. Beiden befragten Gruppen sind die Ziele des Erhalts und Förderung von Lebensqualität, der Gesundheit sowie der Leistungsfähigkeit und -bereitschaft wichtig, ebenso wie die Steigerung der Arbeitszufriedenheit und der Motivation, wobei diese Punkte z.T. sehr deutlich von Personalverantwortlichen stärker betont werden.

Personalverantwortliche unterschätzen den Wunsch der IT-Beraterinnen nach einer flexiblen Gestaltung der Arbeitszeit. Beraterinnen nennen hierzu „Flexibilität beim Wechseln zwischen verschiedenen Arbeitszeitmodellen“ und „Möglichkeiten für einen flexiblen kurzzeitigen Ausstieg“ als weitere Ziele von WLB-Maßnahmen [15]. Für Personalverantwortliche hingegen stellt die „Verringerung bzw. Vorsorge von gesundheitlichen Beschwerden“ ebenfalls ein Ziel dar, was Beraterinnen hingegen nicht formulieren.



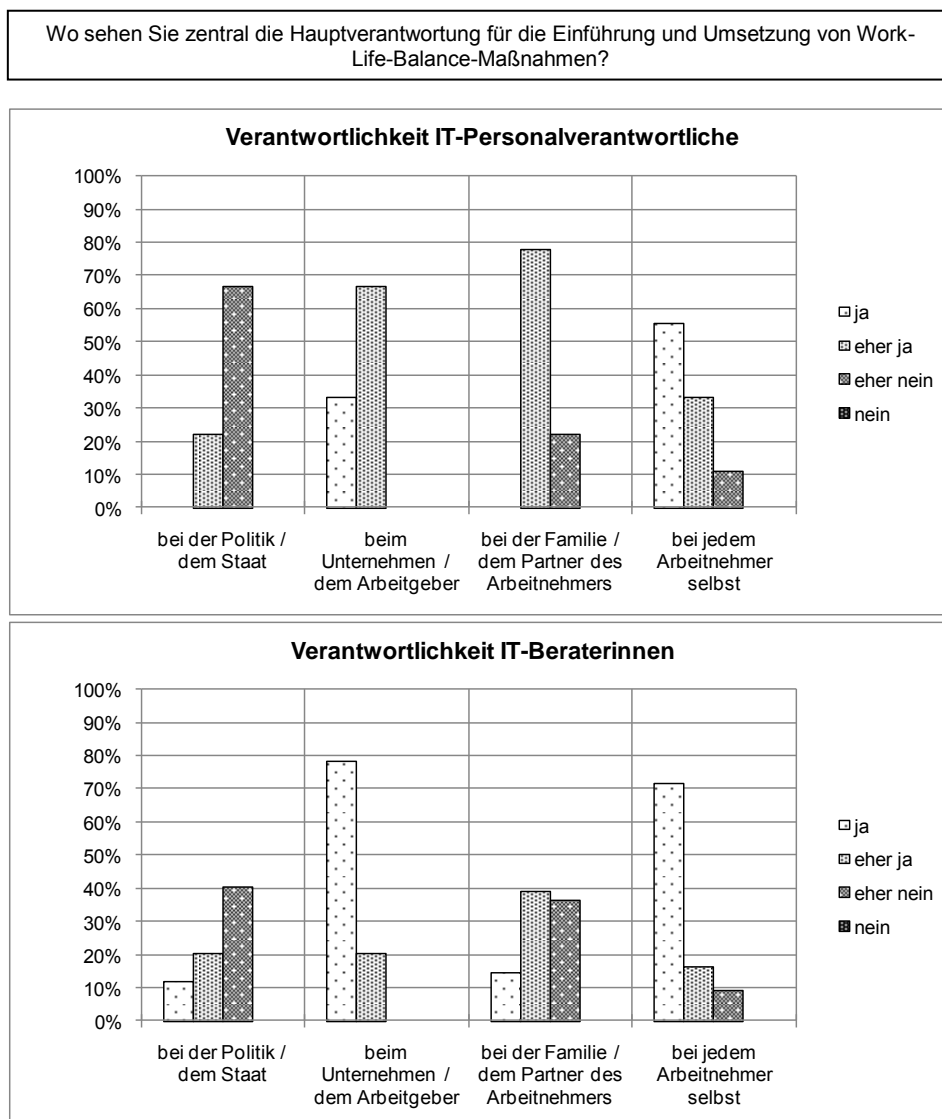
**Bild 2: Zielstellungen von WLB-Maßnahmen**

Als Ziel von WLB-Maßnahmen wurden in den geführten Interviews eher weniger konkrete Maßnahmen genannt, sondern ein generelles Ziel in der Kombination von Arbeit und Leben, so dass hier kein Widerspruch ist, sondern sich diese Bereiche ergänzen gesehen. Der Erfolg von WLB-Maßnahmen wird in einigen IT-Beratungsunternehmen bereits mit konkreten Kennzahlen, wie z.B. der Fluktuationsrate, gemessen.

### 3.3 Wer ist für Einführung und Umsetzung von WLB-Maßnahmen verantwortlich?

Bei den Antworten auf die Frage, wer für die Umsetzung von WLB-Maßnahmen verantwortlich sei (vgl. Bild 3) wird deutlich, dass, nach Vorstellung von IT-Beraterinnen und Personalverantwortlichen, mehrere Parteien gemeinsam die Verantwortung übernehmen sollten. Auf globaler Ebene fällt aber zunächst auf, dass der Politik bzw. dem Staat diese Hauptverantwortung nicht übertragen wird. Vielmehr sind es zunächst die Unternehmen, respektive der Arbeitgeber, und die Personen bzw. Arbeitnehmer selbst, denen die Verantwortung zugeteilt wird.

In zweiter Linie wird aber dem familiären bzw. partnerschaftlichen Umfeld einer einzelnen Person ebenfalls eine Teilverantwortung zugeschrieben, wobei IT-Beraterinnen hier ein differenzierteres Bild wiedergeben, als Personalverantwortliche das tun. Immerhin knapp 40% der befragten Beraterinnen sehen tendenziell oder definitiv keine Verantwortung bei der Familie bzw. dem Partner. Als Fazit kann daher festgehalten werden, dass beide Personengruppen die gemeinsame Verantwortung für die Einführung und Umsetzung von WLB-Maßnahmen übernehmen sollen und wollen.



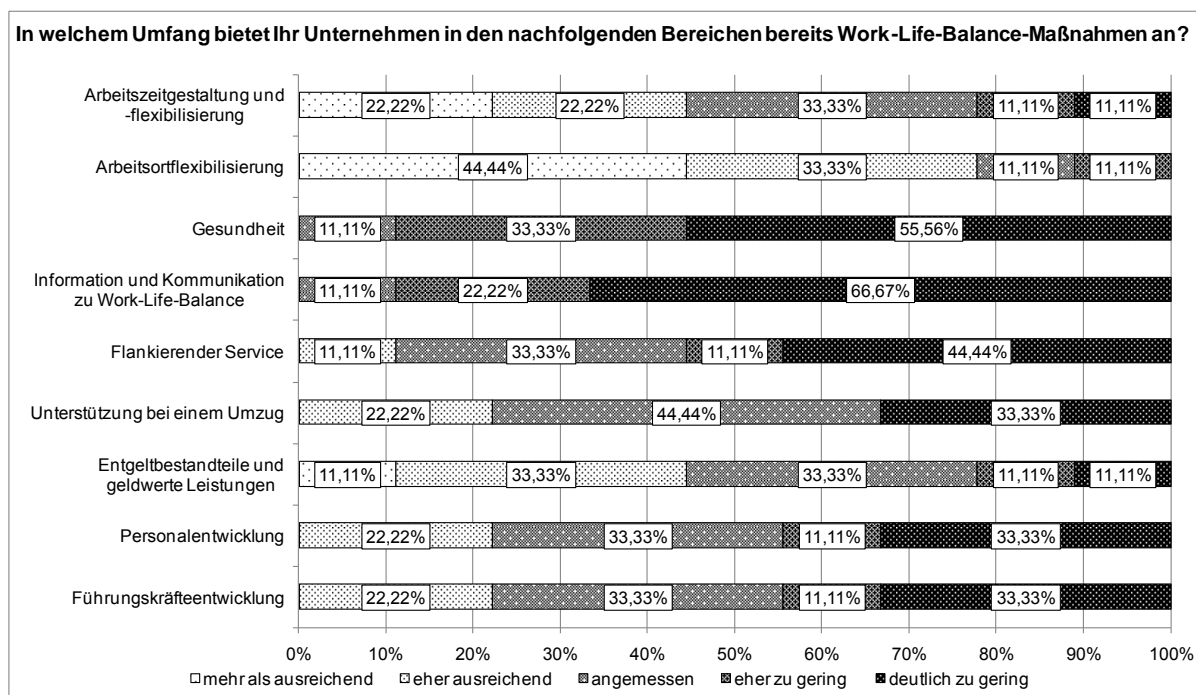
**Bild 3:** Wer für die Einführung und Umsetzung von WLB-Maßnahmen verantwortlich ist

### 3.4 Wie sieht es mit dem Angebot von WLB-Maßnahmen aus?

In [15] wurde deutlich, dass IT-Beraterinnen den durch die Arbeitgeber heute angebotenen Umfang von WLB-Maßnahmen als nicht ausreichend erachten. Demgegenüber wurden Personalverantwortliche befragt, wie sich das Angebot von WLB-Maßnahmen aus Arbeitgebersicht darstellt (vgl. Bild 4).

In der Gesamtheit der Ergebnisse zeigt sich zunächst im Vergleich zu den Antworten der IT-Beraterinnen ein deutlich positiveres Bild. Zwar werden bestimmte Bereiche ebenso als eher zu gering oder gar nicht umgesetzt ausgewiesen, so z.B. Information und Kommunikation zu WLB, flankierender Service und Gesundheit, aber gerade die Bereiche Arbeitsortflexibilisierung und Arbeitszeitgestaltung und -flexibilisierung werden mit über 65% und über 50% als umfangreich oder sogar sehr umfangreich umgesetzt angesehen. Dies ist insofern interessant, als es gerade diese beiden Bereiche sind, die von Beraterinnen als weiter verbesserungswürdig genannt wurden [15]. Das bedeutet für die Personalverantwortlichen, dass sie die Situation zu positiv einschätzen. Sie sollten trotz des erreichten Umsetzungsstandes nicht den Schluss ziehen, Bemühungen bei der Arbeitsort- und Arbeitszeitflexibilisierung einstellen oder reduzieren zu können. Bei den Themenfeldern Führungskräfte- und Personalentwicklung herrscht bei Personalverantwortlichen eine geteilte Meinung und es lässt sich keine mehrheitliche Tendenz ausmachen.

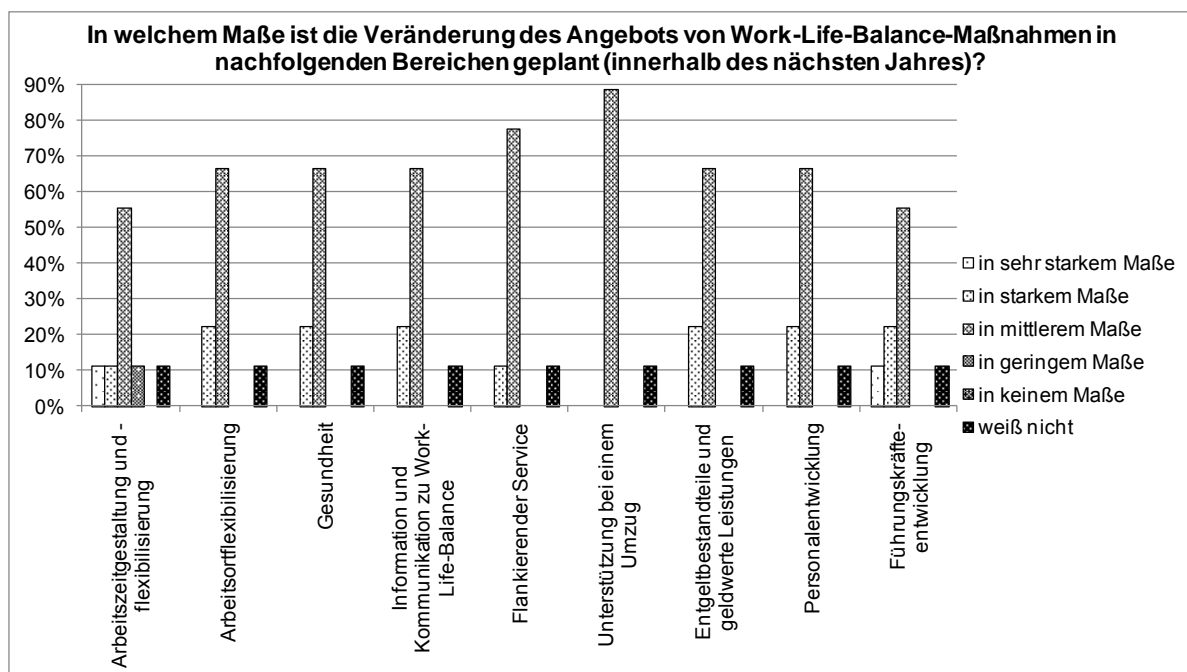
Insgesamt ist festzuhalten, dass Personalverantwortliche im Vergleich zu den Beraterinnen ein positiveres Bild des Umfangs angebotener WLB-Maßnahmen darstellen und damit die Wahrnehmung der bisherigen Anstrengungen überschätzen bzw. evtl. sogar eine verklarte Sicht hierzu haben. Dennoch wissen Personalverantwortliche um den Umstand, dass viele Bereiche noch nicht ausreichend adressiert sind, da fast allen WLB-Aspekten ein eher zu geringer Umfang bescheinigt wird oder Maßnahmen gar nicht angeboten werden.



**Bild 4: Welche WLB-Maßnahmen bieten Beratungsunternehmen an**

### 3.5 Wie wird sich das Angebot entwickeln?

Die befragten Personalverantwortlichen sollten ebenfalls darüber Auskunft geben, wie sich zukünftig das Angebot von WLB-Maßnahmen entwickeln soll (vgl. Bild 5). Das wesentliche Ergebnis dieser Frage zeigt, dass mehrheitlich in allen Bereichen das Beibehalten des Status Quo innerhalb des Zeitraums eines Jahres angestrebt wird. Nur vereinzelt wurde geäußert, dass ein geringer oder sogar ein starker Ausbau der Maßnahmen geplant sei. Ein Personalverantwortlicher gab zudem durchgängig an, dass er nicht wisse, wie die Entwicklung zukünftig aussehen soll, ein weiterer Personalverantwortlicher antwortete, dass der Umfang von Maßnahmen im Bereich Arbeitszeitgestaltung und -flexibilisierung sogar in geringem Maße zurückgehen solle.



**Bild 5: Wie ist die zukünftige Entwicklung von WLB-Maßnahmen geplant**

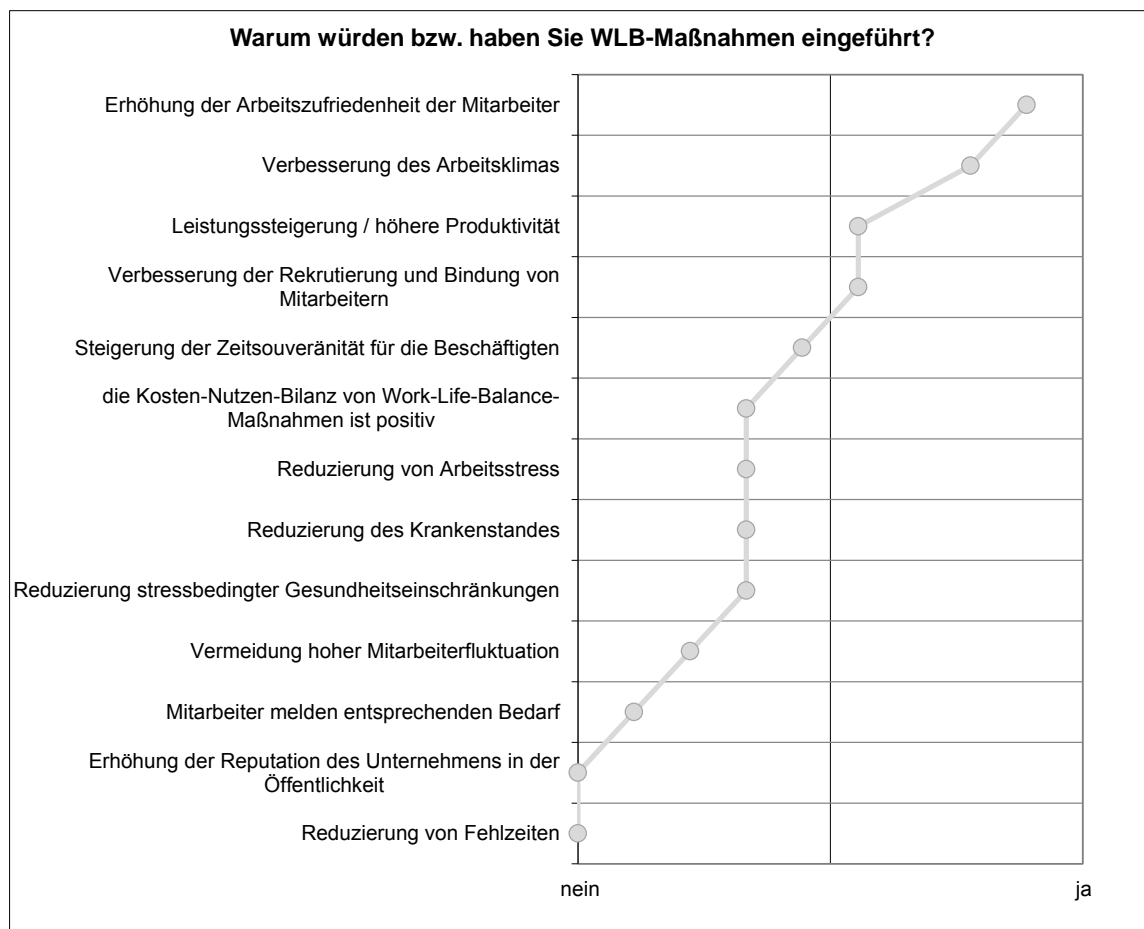
Stellt man die Aussagen der Personalverantwortlichen den Wünschen der IT-Beraterinnen aus (Abbildung 5 in [15]) gegenüber, so dass zeigt sich, dass Personalverantwortliche die Sichtweise der IT-Beraterinnen massiv unterschätzen. Es wurden deutliche Wünsche zum Ausbau von Maßnahmen geäußert, Personalverantwortliche planen jedoch lediglich mittlere Änderungen bzw. wollen am Status Quo festhalten. In der Gesamtbetrachtung ist dieses Ergebnis überraschend, da Personalverantwortliche den Status Quo durchaus korrekt als negativ einschätzen (vgl. Bild 4). Dies lässt vermuten, dass generell dem Thema WLB in IT-Beratungsunternehmen nur eine untergeordnete Rolle aus Sicht des HR-Managements zugesprochen wird und die Prioritäten zugunsten anderer HR-Management-Aufgaben verschoben sind. Als ein häufiger Grund für den schwachen Ausbau von WLB-Maßnahmen wurde in den Telefoninterviews angegeben, dass bereits umfangreiche WLB-Maßnahmen bestanden, aber MitarbeiterInnen diese nicht in Anspruch genommen haben und daher in der Folge auch kein Ausbau erfolgen wird. Aus Sicht einiger Personalverantwortlicher möchten BeraterInnen eher monetär entlohnt werden. Dieser Auffassung wurde von anderen Personalverantwortlichen widersprochen, welche WLB-Maßnahmen sehr hoch priorisieren und daher zukünftig entsprechend ausbauen wollen.

### 3.6 Warum führen IT-Beratungsunternehmen WLB-Maßnahmen ein?

Wenn Beratungsunternehmen den Umfang der eigenen angebotenen WLB-Maßnahmen eher als unzureichend beschreiben, sich selbst zwar bei dem Thema in der Mitverantwortung sehen, in Zukunft aber trotzdem keinen Ausbau der Maßnahmen planen, aus welchen Gründen wurden oder werden solche Maßnahmen dennoch eingeführt (vgl. Bild 6)?

Zu einem großen Teil argumentierten die befragten Personalverantwortlichen hier mit dem Wohlbefinden der MitarbeiterInnen sowie dem Arbeitsklima im Unternehmen. In zweiter Linie folgen die Leistungssteigerung bzw. Erhöhung der Produktivität aber auch die Verbesserung der Rekrutierung und Bindung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Als kein Grund für die Einführung von WLB-Maßnahmen werden dagegen die Reduzierung von Fehlzeiten oder eine positive Wirkung auf das Image des Beratungsunternehmens genannt. Ebenso stellen die Vermeidung einer hohen Mitarbeiterfluktuation oder auch ein persönliches Verlangen der Mitarbeiter keine Gründe für Personalverantwortliche bzw. Beratungsunternehmen dar, WLB-Maßnahmen anzubieten.

Es zeigt sich, dass WLB-Maßnahmen eher die Unterstützung von „weichen“ Arbeitsfaktoren zugeschrieben wird. Dies erklärt, warum der Status Quo, auch wenn er Verbesserungspotenzial bietet, nicht verbessert werden soll. Die strategischen Hebel in der Mitarbeiterrekrutierung und -bindung werden anderswo gesehen. Die Interviews bestätigten ebenfalls, dass WLB nicht als strategisches Personalthema angesehen wird, sondern vor allem durch die Aufgabe der Rekrutierung neuer MitarbeiterInnen stark dominiert wird.



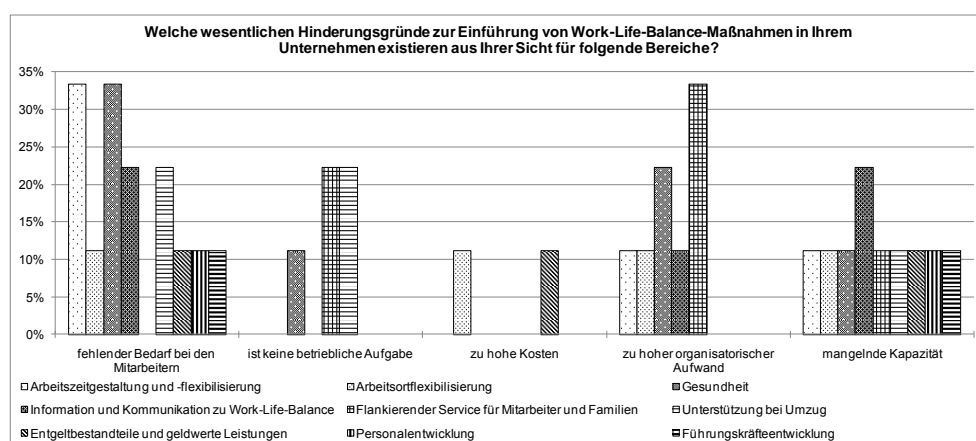
**Bild 6:** Warum Beratungsunternehmen WLB-Maßnahmen einführen



### 3.7 Hinderungsgründe bei der Einführung von Work-Life-Balance-Maßnahmen

Bei der Frage, welche Hinderungsgründe einer Einführung von WLB-Maßnahmen entgegenstehen (vgl. Bild 7) zeigt sich, dass es keine einzelnen Hinderungsgründe gibt, sondern dass es vielmehr ein Bündel an Gründen ist, welche einer generellen Umsetzung von WLB-Maßnahmen im Weg stehen. Hohe Kosten fallen dabei als Hinderungsgrund nicht ins Gewicht. Vielmehr wird auf breiter Ebene ein Kapazitätsproblem bei der Umsetzung von WLB-Maßnahmen angeführt. Für einige Maßnahmen wird auch ein generell zu hoher organisatorischer Aufwand als Grund genannt (Flankierender Service). Dies macht nochmals deutlich, dass Personalverantwortliche ihren Fokus auf andere Themen richten und WLB-Maßnahmen als ein eher ergänzendes Element dabei zu kurz kommt.

Überraschend häufig als Grund genannt wurde ein „fehlender Bedarf bei den Mitarbeitern“. Es scheint hier ein generelles Kommunikationsproblem zu bestehen, wobei IT-Beraterinnen (und evtl. auch Berater) ihre Wünsche und Bedürfnisse im Bereich WLB gar nicht erst an Personalverantwortliche herantragen. Somit lässt sich schlussfolgern, dass Mitarbeiter stärker in Richtung der Personalverantwortlichen ihres Arbeitgebers kommunizieren müssen, wenn sie WLB-Maßnahmen nutzen möchten, da sonst die Gefahr besteht, dass entsprechende Bedarfe nicht erkannt werden können.



**Bild 7: Hinderungsgründe bei Einführung und Umsetzung von WLB-Maßnahmen**

Betrachtet man die einzelnen WLB-Maßnahmen genauer, so fällt auf, dass besonders der Bereich der Personal- und Führungskräfteentwicklung einen geeigneten Ausgangspunkt darstellt, um sich generell dem Thema WLB von beiden Seiten zu nähern. Defizite in diesen Bereichen wurden sowohl von Beraterinnen als auch von Personalverantwortlichen benannt (vgl. [15] und Bild 4), Beraterinnen wünschen sich hier eine Verbesserung ([15]) und aus Sicht der Personalverantwortlichen stehen dem keine wesentlichen Hinderungsgründe entgegen (vgl. Bild 7). Aus diesen Antworten kann die Verankerung von WLB in den Bereichen Personal- und Führungskräfteentwicklung als kleinster gemeinsamer Nenner zwischen IT-Beraterinnen und Personalverantwortlichen angesehen werden.

Bei dieser Frage ergänzten einige Teilnehmer individuelle Antworten. Dabei wurden von jeweils einem Personalverantwortlichen folgende Hinderungsgründe benannt: a) die fehlende Akzeptanz beim Kunden, b) WLB-Maßnahmen seien keine strategischen Erfolgsfaktoren und c) die Firmengröße stehe der Einführung von WLB-Maßnahmen entgegen. Insgesamt wurden Hinderungsgründe aber nur vereinzelt angeführt.

## 4 Fazit, Kritik und Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse der Studie WoBaFIT zeigen, dass WLB aus Sicht der Beratungsunternehmen keine besondere Priorität unter allen Aufgaben des HR-Managements zugewiesen wird, und stützt daher andere Untersuchungen [13]. Ein vom Großteil der Personalverantwortlichen genanntes Thema in diesem Kontext, das alle anderen Aufgaben deutlich dominiert, stellt die Gewinnung von neuem Personal dar (Recruiting). Aus Sicht der befragten IT-Beraterinnen lässt sich jedoch vermuten, dass WLB-Maßnahmen durchaus das Potenzial haben, mehr Frauen für einen Beruf in der IT-Beratungsbranche zu gewinnen und Frauen länger in dieser Branche zu halten. Allerdings scheint es, dass Unternehmensberatungen den Wunsch von Beraterinnen nach besseren WLB-Maßnahmen (noch) nicht erkannt haben.

Was genau die Gründe hierfür sind, ist für die weiteren Schritte aber nicht wesentlich. Denn festzuhalten bleibt, dass ein eventuelles Hin- und Herschieben der Initiative zu WLB zwischen BeraterInnen (Beratungsunternehmen bieten einfach zu wenig WLB-Maßnahmen an) und Personalverantwortlichen (Beraterinnen und Berater melden einfach keinen entsprechenden Bedarf an WLB-Maßnahmen) in der gesamten Thematik nicht hilfreich ist. Vielmehr sollte nach gemeinsamen Ansatzpunkten geschaut werden, die durch die Studie aufgezeigt werden konnten. Ein erster Schritt wäre eine verbesserte Sensibilisierung von Führungskräften und Personen mit Personalverantwortung für das Thema WLB und eine entsprechende Informations- und Kommunikationspolitik in diesem Bereich.

Wenn Beratungsunternehmen die Wichtigkeit von WLB-Maßnahmen unterschätzen bzw. dem Themenfeld bewusst eine niedrige Priorität zuweisen, so sind die damit verbundenen Risiken abzuwägen. Neben den „weichen“ Faktoren, wie der Unzufriedenheit von MitarbeiterInnen oder einer geringen Loyalität zum Unternehmen, sind vor allem die hohen Kosten, die durch Nichtbeachtung der WLB entstehen können, zu nennen. So können direkte Kosten durch den Ausfall von MitarbeiterInnen, durch Zahlung von Abfindungen bei einem Ausstieg sowie durch die Neubesetzung von Stellen entstehen. Durch unternehmerische Fehlentscheidungen oder nicht genutzte Chancen können zudem auch erhebliche indirekte Kosten verursacht werden, wenn diese auf eine vernachlässigte WLB von ManagerInnen zurückzuführen sind [11], [12].

Die Berücksichtigung von WLB-Maßnahmen kann also zum einen die Bindung von MitarbeiterInnen zum Unternehmen unterstützen, führt aber über eine positive Gestaltung des Images zum anderen ebenso zur Steigerung der Attraktivität als Arbeitgeber und verschafft Unternehmen so einen strategischen Vorteil gegenüber Konkurrenten im Wettbewerb um zukünftige MitarbeiterInnen [7].

Die vorliegende Untersuchung basiert auf einer vergleichsweise moderaten Stichprobe von Beraterinnen- und Personalverantwortlichen. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Ergebnisse der Studie WoBaFIT vor allem im Detail nicht völlig repräsentativ sind. Weiterhin kann bei anonymen Umfragen nicht ausgeschlossen werden, dass eine Verzerrung auch dadurch zu Stande kommt, dass Personen Fragen falsch verstehen. Durch die zusätzlich geführten Interviews konnten wir diese Problematik zumindest in den Fällen unserer Interviewpartner ausschließen.

Eine Fortführung der Studie wird angestrebt. Hierbei sollten aufbauend auf den gewonnen Erkenntnissen Strategien und Konzepte für eine bessere Work-Life-Balance bei Frauen in

der IT- Unternehmensberatung erarbeitet werden. Dabei stehen insbesondere Modelle zur flexiblen Arbeitszeit- und Arbeitsortgestaltung im Mittelpunkt. Gerade im Bereich der IV-orientierten Beratung sollte der Einsatz von IT geprüft werden, welchem eine entscheidende Rolle zukommen kann, um Tätigkeiten sowohl zeit- als auch ortsunabhängig erbringen zu können („Virtualisierung“ der Unternehmensberatung). Weiterhin sind die bestehenden Karrieremodelle und Grundsätze der Beratungsbranche zu hinterfragen und zu erneuern. Um die Erfahrung und das Wissen von Männern und Frauen, die bereits lange Jahre in der Unternehmensberatung tätig waren weiter zu nutzen, sind Karrieremöglichkeiten zu schaffen, die auch mit verminderter oder gänzlich ohne Reisetätigkeit attraktiv sind. Projektarbeit kann unter bestimmten Voraussetzungen bspw. auch mit Rollen durchgeführt werden, die bereits bei der Planung als Teilzeittätigkeit definiert sind.

Ein begrüßenswerter Nebeneffekt durch eine bessere Ermöglichung von WLB innerhalb der Beratungsbranche ist ein verbessertes Außenbild / Image. Damit würde das Berufsbild für hochqualifizierte Frauen und Männer insgesamt attraktiver gemacht, so dass WLB-Maßnahmen ein Baustein in der Lösung des Fachkräftemangels sein können. Gerade der Wandel in den klassischen Rollenbildern, wobei heute z.B. zunehmend auch Männer eine längere Elternzeit in Anspruch nehmen, lässt vermuten, dass perspektivisch männliche Berater gleichermaßen von WLB-Maßnahmen Gebrauch machen und daraus einen Nutzen ziehen. Ob Männer dabei andere Vorstellungen zu WLB-Maßnahmen haben als Beraterinnen, bleibt in weiteren Studien zu untersuchen.

*Danksagung: Die Autoren bedanken sich bei dem Gleichstellungsrat der Technischen Universität Ilmenau, durch dessen Unterstützung die hier vorgestellte Studie durchgeführt werden konnte.*

## 5 Literatur

- [1] Atteslander, P (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung. 12. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [2] Czurlok, J (2007): Erfolgsfaktor Work Life Balance – Gestaltungsmaßnahmen zur Vereinbarkeit von Berufs- und Privatleben als neue Herausforderung für Unternehmen – Pilotstudie in der europäischen Metropolregion Nürnberg. [http://www.familienbewusstes-personalpolitik.de/fileadmin/fba/download/Pilotstudie\\_Erfolgsfaktor\\_Work\\_Life\\_Balance.pdf](http://www.familienbewusstes-personalpolitik.de/fileadmin/fba/download/Pilotstudie_Erfolgsfaktor_Work_Life_Balance.pdf); Abgerufen am 12.04.2011.
- [3] Kaiser, S; Reindl, C; Stolz, ML (2010): Work-Life-Balance in Professional Service Firms. In: Kaiser, S; Ringlstetter, M (Hrsg.), Work-Life-Balance – Erfolgsversprechende Konzepte für Extremjobber. Springer, Heidelberg.
- [4] Klimpel, M; Schütte, T (2006): Work-Life-Balance – Eine empirische Erhebung. Rainer Hampp Verlag, Mering.
- [5] Nissen, V (2007): Consulting Research – eine Einführung. In: Nissen, V (Hrsg.), Consulting Research. Unternehmensberatung aus wissenschaftlicher Perspektive. Reihe Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden.

- [6] Nissen, V; Kinne, S (2008): IV- und Strategieberatung – Eine Gegenüberstellung. In: Loss, P; Breitner, M; Deelmann, T (Hrsg.), IT-Beratung – Consulting zwischen Wissenschaft und Praxis. Logos, Berlin.
- [7] Rustemeyer, H; Buchmann, C (2010): Erfolgsfaktor Work-Life-Balance bei der Unternehmensberatung A.T. Kearney. In: Kaiser, S; Ringlstetter, M (Hrsg.), Work-Life-Balance – Erfolgsversprechende Konzepte für Extremjobber. Springer, Heidelberg.
- [8] Schobert, DB (2007): Grundlagen zum Verständnis von Work-Life-Balance. In: Esslinger, AS; Schobert, DB (Hrsg.), Erfolgreiche Umsetzung von Work-Life-Balance in Organisationen – Strategien, Konzepte, Maßnahmen. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 19-33.
- [9] Spiegel online (2011): Gesetz geplant - Von der Leyen will Frauenquote bis 2013 durchboxen. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/0,1518,768884,00.html>, Abgerufen am 20.06.2011.
- [10] Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011): Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung in Bund und Ländern. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungsHaushaltsentwicklung5871101119004,property=file.pdf>, Abgerufen am 14.04.2011.
- [11] Stock-Homburg, R (2011): Work-Life-Balance als Herausforderung: Burnout im Topmanagement. Forschung & Lehre, 18. Jg. 11/11, S. 842-843.
- [12] Stock-Homburg, R; Roederer, J (2009): Work-Life-Balance von Führungskräften: Modeerscheinung oder Schlüssel zur langfristigen Leistungsfähigkeit. Personalführung 2/2009, 22-32.
- [13] Strack, R; Caye, J; Zimmermann, P; von der Linden, C; Thurner, R; Haen, P (2009): Creating People Advantage: How to Tackle the Major HR Challenges During the Crisis and Beyond, Boston.
- [14] Strauss, G (2001): HRM in the USA: Correcting some British Impressions. International Journal of Human Resource Management, 12(6), 873-897.
- [15] Termer, F; Nissen, V (2011): Frauen und ihre Work-Life-Balance in der IT-Unternehmensberatung. In: Schneider, J (Hrsg), Proceedings der Informatik 2011, Berlin (CD).

# **Strategisches Workforce Management als Betätigungsfeld für Unternehmensberater am Beispiel des Einzelhandels**

**Maik Günther**

SWM Versorgungs GmbH, 80287 München, guenther.maik@swm.de

## **Abstract**

Strategisches Workforce Management erfordert Simulationen und Szenariobetrachtungen, um möglichst genaue Entscheidungen hinsichtlich der optimalen Personalstruktur treffen zu können. Mit Hilfe von Tabellenkalkulationen und Stellenbeschreibungen ist dies nur schwerlich möglich. In dieser Arbeit werden Szenarien auf Basis von Echtdateen aus dem Einzelhandel simuliert. So z. B. eine veränderte Personalstruktur oder ein Absenken der Sollarbeitszeiten der gesamten Belegschaft. Konkrete Einsatzpläne für ein komplettes Kalenderjahr werden anschließend mit Hilfe von Evolutionsstrategien erzeugt. Aus diesen Ergebnissen lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten. In dieser Arbeit wird deutlich, dass dieses Vorgehen sehr viel Know-how erfordert. Da dieses Spezialwissen häufig nicht in Unternehmen vorhanden ist, ergibt sich ein Betätigungsfeld für eine Unternehmensberatung.

## **1 Einleitung**

Am Markt existieren seit vielen Dekaden Softwarelösungen für operatives und taktisches Workforce Management (WFM) [5], welches Teil der Personalplanung ist [3], [16]. Im Rahmen von taktischem und operativem WFM werden Einsatzpläne für die nächste Woche oder den nächsten Monat erstellt sowie eine Ersatzplanung bei Mitarbeiterausfällen oder bei kurzfristigen Bedarfsschwankungen durchgeführt. In der Praxis haben sich Softwarelösungen für operatives und taktisches noch nicht vollends durchgesetzt. Und selbst wenn sie zum Einsatz kommen, wird die Planung meist händisch – ohne eine Planungsautomatik – vorgenommen [1]. Auf der strategischen Ebene sind umfassende Lösungen, in denen Szenarien auf Basis automatisch erzeugter Einsatzpläne simuliert werden, aufgrund der Komplexität bei diesem Vorgehen bisher nicht zu finden.

In dieser Arbeit wird daher, ausgehend von den Ansätzen des operativen und taktischen WFM, strategisches WFM auf Basis tatsächlich erstellter Einsatzpläne vorgenommen. Dies erlaubt deutlich exaktere Aussagen, als es mit Trendanalysen, der einfachen Schätzung oder durch die Betrachtung von Vollzeitäquivalenten in Tabellenkalkulationen möglich ist. Mit Hilfe erstellter Einsatzpläne, die in dieser Arbeit ein komplettes Kalenderjahr umfassen, werden

Sensitivitätsanalysen vorgenommen. So können verschiedene Szenarien simuliert und Fragestellungen nach der optimalen Personalstruktur beantwortet werden.

An dieser Stelle wird bereits deutlich, dass strategisches WFM auf Basis tatsächlich erstellter Einsatzpläne mit sehr großem Planungshorizont nicht trivial ist. Die Erstellung dieser Pläne ist händisch nicht zu bewältigen. Eine EDV-gestützte Planungsautomatik ist daher zwingend erforderlich. In dieser Arbeit werden Evolutionsstrategien (ES) als Optimierungsverfahren verwendet, da mit ihnen an einer ähnlichen Problemstellung sehr gute Erfahrungen gemacht wurden [14], [7].

Doch nicht nur die Modellbildung sowie die Auswahl und Anpassung des Optimierungsverfahrens an die jeweilige Problemstellung erfordern sehr viel Know-how. Auch die Beschaffung und Aufbereitung der benötigten Daten, die Durchführung von Sensitivitätsanalysen sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen verlangen Expertenwissen, welches mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht im Unternehmen vorhanden ist. Daher ergibt sich bei strategisches WFM auf Basis von erstellten Einsatzplänen das Betätigungsfeld für eine Unternehmensberatung. Die Unternehmensberatung wird nach Nissen [13] als zeitlich befristete Dienstleistung von fachlich befähigten Personen verstanden, um betriebswirtschaftliche Probleme eines Klienten zu definieren, zu strukturieren, zu analysieren und zu lösen. Vor dem Hintergrund, dass die HR-Beratung mit 1,85 Mrd. € nur einen Anteil von 10,5 % am Gesamtmarkt des deutschen Beratungsumsatzes hat, bietet strategisches WFM interessante, zusätzliche Umsatzpotenziale [2].

Um die Möglichkeiten des strategischen WFM darzustellen, wird es in dieser Arbeit an einer Problemstellung aus dem Einzelhandel exemplarisch durchgeführt. Denn gerade im Handel liegen große ungenutzte Potenziale zur Kostensenkung und Umsatzsteigerung in der langfristigen Planung der Personalstruktur. So führt eine Überdeckung an Personal zu unnötigen Kosten. Eine Unterdeckung hat auf der anderen Seite einen schlechten Servicelevel zur Folge und bewirkt nach einer Studie des Beratungshauses OC&C einen Anstieg des Anteils der Nichtkäufer [15]. Ein am Personalbedarf orientierter Personaleinsatz trägt neben einer Kostenreduktion zu einer Verbesserung des Servicelevels bei, was zu einer Umsatzsteigerung führt. Bei steigendem Umsatz sinkt der Anteil der Personalkosten an den Gesamtkosten, was einer der größten Effekte für WFM im Handel ist [6].

Nachdem die Zielsetzung der Arbeit erläutert wurde, wird nun auf die verwendeten Forschungsmethoden und Theorien eingegangen. Aus der Vielzahl an Forschungsmethoden finden in dieser Arbeit besonders empirische Untersuchungen Anwendung, wobei diverse statistische Tests durchgeführt werden. Hierzu werden Prototypen entwickelt und getestet. Soweit möglich, werden auf Basis der Experimente auch induktive Schlüsse gezogen. Es kommen zudem deduktive Analysen zum Einsatz, um zum einen ein geeignetes Optimierungsverfahren für die Erstellung der Einsatzpläne zu identifizieren, aber auch die Wahl der bestmöglichen Parameterabstimmung sowie die Modellierung der Problemstellung zu unterstützen. In diesem Zusammenhang wird die relevante Literatur eingehend studiert. Die Haupttheorie dieser Arbeit ist die Entscheidungstheorie. Dabei werden Entscheidungen unter Sicherheit getroffen, da die eintretenden Situationen in jedem simulierten Szenario bekannt sind. Zusätzlich wird am Rande die Systemtheorie eingesetzt, die zur Beschreibung eines formalen Systems dient.

Eine grundlegende Einführung in strategisches WFM wird in Kapitel 2 gegeben. Strategisches WFM wird in dieser Arbeit an einer Problemstellung aus der Praxis exemplarisch angewendet. Diese Problemstellung wird in Kapitel 3 erläutert, wobei ein mathematisches Modell gegeben wird. Konkrete Ergebnisse von Sensitivitätsanalysen an der Problemstellung werden anschließend in Kapitel 4 vorgestellt. Mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick endet diese Arbeit.

## 2 Strategisches Workforce Management

Strategisches WFM im Sinne einer qualitativen und quantitativen Personalplanung ist eine entscheidende Managementaufgabe. Kern [11] definiert die Aufgabe von strategischem WFM wie folgt: „Strategic Workforce Management leistet funktional vielerlei: die daten- und analysengetriebene Entscheidungsgrundlage zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur quantitativen und qualitativen Veränderung des Personalkörpers, die zur Erreichung der mittel- und langfristigen strategischen Geschäftsziele notwendig sind.“ Er betont, dass hierzu eine Simulation und Szenarienbetrachtung erforderlich ist, aus deren Erkenntnissen Maßnahmen abgeleitet werden, was in dieser Arbeit anhand eines Beispiels durchgeführt wird.

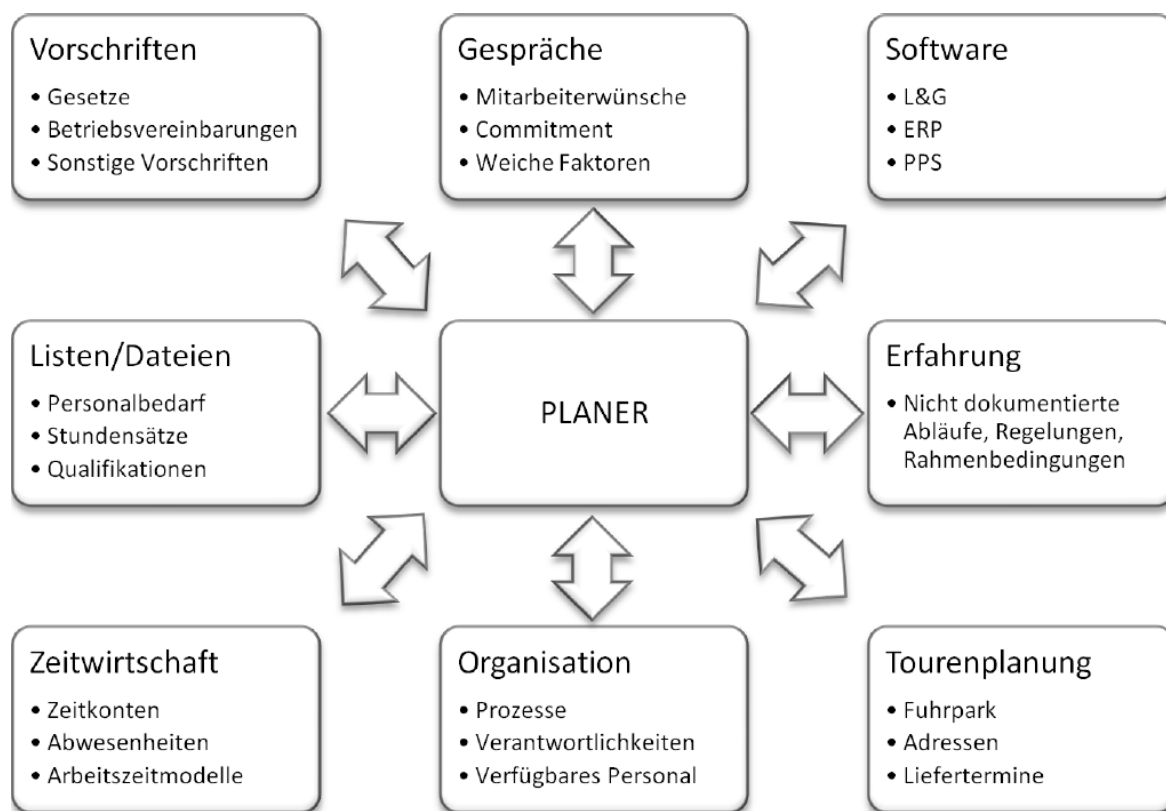
Neben dem Anfertigen von Stellenbeschreibungen wird die qualitative und quantitative Personalplanung heute meist mit Hilfe von Tabellenkalkulationen durchgeführt [12]. Aber auch die einfache Schätzung, Kennzahlenmethoden und Trendanalysen kommen zum Einsatz [10]. Hierdurch ist eine optimale, an aktuelle und zukünftige Anforderungen bestmöglich angepasste Personalstruktur nicht immer zu realisieren. Folgende beispielhaft aufgeführte Fragestellungen können heute kaum exakt beantwortet werden:

- Wie sieht die optimale Personalstruktur aus, wenn der Umsatz in den nächsten drei Jahren um 25 % steigt?
- Die Verkaufsfläche kann um 10 % erweitert werden. Wie viele zusätzliche Mitarbeiter würden dann mit welchen Wochensollstunden benötigt?
- Welchen Einfluss auf den Servicelevel hat der vermehrte Einsatz von Teilzeitkräften?
- Welche Auswirkungen auf die Saldenstände haben geänderte Öffnungszeiten?
- Lohnt es sich, zwei Mitarbeiter kostspielig weiterzubilden, um mehr Flexibilität im Personaleinsatz zu erzielen? Wie würde sich ihre Zusatzqualifikation auf die Gesamtzahl der Überstunden in der Abteilung auswirken – sinken sie?
- Um wie viel Prozent würden die Überstunden (Kosten) sinken, wenn sich die Krankheitsquote mit einer Maßnahme um 0,5 % reduzieren ließe?

Werden konkrete Einsatzpläne in den entsprechenden Szenarien für einen sehr langen Planungshorizont erstellt (z. B. ein Kalenderjahr), ist die Grundlage geschaffen, um derartige Fragestellungen exakt zu beantworten. Es treten jedoch Unsicherheiten durch sich in Zukunft möglicher Weise ändernde Rahmenbedingungen auf (Krankheitsquote, Fluktuation, Auftragslage, Konjunktur, etc.). Hier bietet sich die Simulation verschiedenster Szenarien an. Auch können mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen individuelle Fragestellungen hinsichtlich der optimalen Personalstruktur beantwortet werden. So ist es möglich, im Rahmen des

strategischen WFM eine sehr robuste Personalstruktur zu schaffen, mit der z. B. besonders flexibel auf den kommenden Aufschwung und die nächste Krise reagiert werden kann.

Strategisches WFM auf Basis von erstellten Einsatzplänen mit langem Planungshorizont hat im Vergleich zu Überlegungen mit Hilfe von Tabellenkalkulationen, Schätzverfahren oder Trendanalysen erhebliche Vorteile in Bezug auf die Genauigkeit der Aussagen. Jedoch ist für dieses Vorgehen umfassendes Know-how erforderlich, über das meist nur externe Spezialisten verfügen. Neben Expertenwissen über Optimierungsalgorithmen muss auch das Planungsproblem erfasst und in einem geeigneten Modell abgebildet werden. Dies ist in der Praxis besonders dann eine Herausforderung, wenn die erforderlichen Daten nicht oder nicht in geeigneter Weise aufbereitet vorliegen. Die Datenbeschaffung und -aufbereitung gestaltet sich vor allem dann schwierig, wenn der zu planende Bereich keine ganzheitliche Softwarelösung für WFM einsetzt, sondern im Extremfall Tabellenkalkulationen und Papierlisten verwendet [8]. Bild 1 stellt die Vielfalt dieser Daten schematisch dar.



**Bild 1:** Rahmenbedingungen für den Planer

Strategisches WFM auf Basis konkreter Einsatzpläne ist als Dienstleistungsprodukt von externen Beratern vor allem für Personalabteilungen interessant, die nun konkrete Zahlen für Entscheidungen erhalten. Die optimale Personalstruktur wird ermittelt und geeignete Maßnahmen können umgesetzt werden. Aber auch für den Personenkreis, der Einsatzpläne erstellt, ist strategisches WFM äußerst hilfreich. Anhand von Simulationen verschiedenster Szenarien bekommen Planer ein gutes Gespür für ihren Planungsbereich und können die langfristigen Auswirkungen ihrer Entscheidungen besser beurteilen.

Nachfolgend wird die Problemstellung erläutert, die das Ausgangsszenario für die Sensitivitätsanalysen im Rahmen des strategischen WFM bildet.



### 3 Problemstellung

In diesem Kapitel wird die Problemstellung erläutert, die als Ausgangsszenario für die Sensitivitätsanalysen in Kapitel 4 dient. Die Problemstellung stammt aus einer Abteilung für Damenbekleidung eines Kaufhauses mit 15 Mitarbeitern. Es liegen historische Daten für das komplette Kalenderjahr 2006 vor.

Das Ausgangsszenario gestaltet sich wie folgt: Angenommen sei eine Menge an Mitarbeitern mit dem Index  $e$ , eine Menge Arbeitsplätzen mit dem Index  $w$  und ein diskreter Zeithorizont mit dem Index  $t$ . Jede Periode  $t$  des Zeithorizonts hat eine Länge  $l_t$ , die größer als Null ist.

Die Zuweisung eines der 15 Mitarbeiter auf einen der beiden Arbeitsplätze (Kasse und Verkauf) erfolgt über die binäre Variable  $x_{ewt}$ .

$$x_{ewt} = \begin{cases} 1, & \text{wenn Mitarbeiter } e \text{ auf Arbeitsplatz } w \text{ in Periode } t \text{ arbeitet} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (1)$$

Das Kaufhaus hat von Montag bis Sonnabend von 10 bis 20 Uhr geöffnet. Sonntags und an Feiertagen ist es geschlossen. Weiterhin stehen die Verfügbarkeiten der Mitarbeiter fest.

$$a_{et} = \begin{cases} 1, & \text{wenn Mitarbeiter } e \text{ in Periode } t \text{ verfügbar ist} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (2)$$

Der Personalbedarf  $d_{wt}$  ist für beide Arbeitsplätze in 1-Stunden-Intervallen gegeben und darf nicht negativ sein. Er wurde wöchentlich von der Zentrale für jeden Arbeitsplatz aufgrund von Vergangenheitsdaten prognostiziert. Hierbei wurden Öffnungszeiten, Feiertage, Trends, Wetterereignisse und Werbeaktionen berücksichtigt. Alle anderen Daten des Problems (An-/Abwesenheiten der Mitarbeiter, Regelungen für die Arbeitszeitmodelle, wöchentliche Sollarbeitszeiten, etc.) sind keine Prognosewerte, sondern bilden die tatsächliche Situation zum jeweiligen Zeitpunkt ab.

Zu den harten Nebenbedingungen gehört, dass Arbeitsplatzwechsel sowie Beginn/Ende von Arbeitszeitmodellen nur in 1-Stunden-Intervallen stattfinden dürfen. Und ein Mitarbeiter kann nur dann einem Arbeitsplatz zugeordnet werden, wenn er verfügbar ist. Er kann auch immer nur einem Arbeitsplatz zur gleichen Zeit zugewiesen werden. Hierbei ist zu beachten, dass ein prinzipiell anwesender Mitarbeiter nicht zwingend einem Arbeitsplatz zugewiesen werden muss, wenn er zur Bedarfsdeckung nicht benötigt wird.

$$\sum_{w=1}^W x_{ewt} \leq a_{et} \quad \forall w \in W \text{ und } \forall t \in T \quad (3)$$

Es existieren auch weiche Nebenbedingungen, bei deren Verletzung Fehlerpunkte anfallen. Besonders im Handel ist ein hohes Servicelevel für die Erreichung der Umsatzziele wichtig. Daher sollen Besetzungsabweichungen möglichst vermieden werden. Sobald eine Abweichung von der Besetzungsvorgabe  $d_{wt}$  auftritt, entstehen Fehlerpunkte  $P_d$  für die Dauer und Höhe der Fehlbesetzung entsprechend der Fehlerpunkthöhe. Dabei wird zwischen verschiedenen Fehlertypen unterschieden:  $c_{do}$  bei Überdeckung, wenn der Bedarf  $d_{wt} > 0$  ist,  $c_{dn}$  bei Unterdeckung, wenn der Bedarf  $d_{wt} = 0$  ist sowie  $c_{du}$  bei einer Unterdeckung. Durch die höheren Fehlerpunkte bei  $c_{dn}$  wird die gegenseitige Unterstützung von Mitarbeitern gefördert.

$$P_d = \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{w=1}^W (c_{do} + c_{dn} + c_{du}) l_t \left| \left( \sum_{e=1}^E x_{ewt} \right) - d_{wt} \right|, \quad (4)$$

mit:

- $c_{do} = 1$ , wenn auf Arbeitsplatz  $w$  in Periode  $t$  eine Überdeckung im Personaleinsatz vorliegt mit  $d_{wt} > 0$ , sonst  $c_{do} = 0$ .
- $c_{dn} = 2$ , wenn auf Arbeitsplatz  $w$  in Periode  $t$  eine Überdeckung im Personaleinsatz vorliegt mit  $d_{wt} = 0$ , sonst  $c_{dn} = 0$ .
- $c_{du} = 1$ , wenn auf Arbeitsplatz  $w$  in Periode  $t$  eine Unterdeckung im Personaleinsatz vorliegt mit  $d_{wt} > 0$ , sonst  $c_{du} = 0$ .

Insgesamt existieren sechs verschiedene Arbeitsverträge, die sich in der zu leistenden wöchentlichen Sollarbeitszeit  $s_e$  von 10 bis 40 Stunden unterscheiden. Es gibt Vollzeit- und Teilzeitmitarbeiter sowie studentische Aushilfen. In Wochen mit Feiertagen wird die wöchentliche Sollarbeitszeit  $s_e$  um einen Faktor  $h_{Woche}$  reduziert. Ist z. B. der Montag in Woche eins ein arbeitsfreier Tag, so ist  $h_1 = 5/6$ . Die tatsächlich in einer Woche von einem Mitarbeiter geleistete Arbeitszeit  $i_e$  sollte nicht über der vertraglich fixierten wöchentlichen Sollarbeitszeit liegen. Jede zu viel geleistete Minute wird mit Fehlerpunkten  $c_w$  geahndet.

$$P_w = \sum_{Woche=1}^{52} \sum_{e=1}^E c_w (i_e - s_e * h_{Woche}), \quad (5)$$

mit:

- $c_w = 1$ , wenn  $i_e - s_e * h_{Woche} > 0$ .
- $c_w = 0$ , sonst.

In Tabelle 1 sind die Wochensollarbeitszeit der Arbeitsverträge und die Anzahl der zugewiesenen Mitarbeiter dargestellt. Es gibt sechs Mitarbeiter, die 40 Stunden die Woche arbeiten und die „Grundlast“ tragen. Zudem sind weitere fünf Mitarbeiter Teilzeit angestellt, um Peaks abzudecken. Die restlichen Mitarbeiter sind auf die übrigen vier Arbeitszeitmodelle verteilt.

Arbeitsvertrag	Anzahl Mitarbeiter je Vertrag
Vertrag 1 (40 h/Woche)	6
Vertrag 2 (38 h/Woche)	1
Vertrag 3 (30 h/Woche)	1
Vertrag 4 (25 h/Woche)	5
Vertrag 5 (20 h/Woche)	1
Vertrag 6 (10 h/Woche)	1

**Tabelle 1: Arbeitsverträge und Anzahl Mitarbeiter des Ausgangsszenarios**

Eine Besonderheit an dieser Problemstellung ist die Abkehr von starren Schichten. Die Arbeitszeitmodelle der Mitarbeiter werden hier automatisch im Zuge der Einsatzplanung erstellt. Automatische Arbeitszeitmodellerstellung meint folgendes: Man löst sich vollends von starren Schichten, da sie den anstehenden Personalbedarf nicht immer optimal decken

[9]. Der Planer gibt lediglich Regeln für die bedarfsgerechte Erstellung von Arbeitszeitmodellen an. Mit einer Erhöhung der Anzahl möglicher Arbeitszeitmodelle kann selbst ein stark schwankender Personalbedarf kostengünstig abgedeckt werden. Die Effekte der automatischen Arbeitszeitmodellerstellung sind u. a. Kostensenkung, Vermeidung von Lastspitzen, Reduktion von Überstunden und Leerzeiten sowie ein verminderter Einsatz von Leiharbeitern und Aushilfen. Selbstverständlich bedeutet diese Erhöhung einen erheblichen Mehraufwand für die Erstellung und Pflege der Arbeitszeitmodelle. Per Hand oder mit einer Tabellenkalkulation ist dies nur sehr aufwändig möglich.

Bei der vorliegenden Problemstellung soll die tägliche Arbeitszeit der Mitarbeiter im Rahmen der automatischen Arbeitszeitmodellerstellung nicht kürzer als drei Stunden und nicht länger als neun Stunden sein. Bei einem Verstoß fallen je Mitarbeiter und Tag jeweils Fehlerpunkte  $c_t$  an, die auf 1.000 gesetzt sind. Die Summe dieser Fehlerpunkte ist  $P_t$ . Zudem dürfen Arbeitszeitmodelle am Tag nicht unterbrochen sein. Jeder Verstoß führt je Mitarbeiter und Tag zu den Fehlerpunkten  $c_e$ , wobei  $c_e$  mit 10.000 bewertet ist. Die Summe aller Fehlerpunkte durch unterbrochene Arbeitszeitmodelle wird mit  $P_e$  bezeichnet.

Für eine optimale Bedarfsdeckung sind untertägige Arbeitsplatzwechsel zwischen den beiden Arbeitsplätzen erforderlich. Unnötige Wechsel sollen jedoch möglichst vermieden werden. Die Anzahl der Arbeitsplatzwechsel pro Mitarbeiter wird mit  $r_e$  bezeichnet. Jeder Arbeitsplatzwechsel wird mit Fehlerpunkten  $c_r$  bestraft, wobei  $c_r$  bei diesem Problem eins beträgt.

$$P_r = c_r \sum_{e=1}^E r_e \quad (6)$$

Die Zielfunktion, die es zu minimieren gilt, lautet:

$$\min P = P_d + P_w + P_t + P_e + P_r. \quad (7)$$

Eine Einordnung des Handelsproblems kann in die von Ernst u. a. [4] dargestellten Klassen erfolgen. Bzgl. des Personalbedarfs wird das Problem dem Flexible Demand zugeordnet. Da keine Arbeitszeitmodelle vorgegeben sind, müssen diese in der Planung erstellt werden. Das Handelsproblem ist daher auch dem Shift Scheduling zuzuordnen. Zudem muss festgelegt werden, auf welchem der beiden Arbeitsplätze die Mitarbeiter arbeiten sollen. Somit gehört das Problem zusätzlich dem Task Assignment an.

In diesem Kapitel wurde die Problemstellung erläutert, die das Ausgangsszenario für die nachfolgenden Sensitivitätsanalysen bildet. So werden in Kapitel 4 veränderte Arbeitsverträge oder die Umstellung der Personalstruktur untersucht.

## 4 Experimente und Ergebnisse

In Kapitel 3 wurde die Problemstellung erläutert, die das Ausgangsszenario bildet. In den Kapiteln 4.1 und 0 wird das Ausgangsszenario im Rahmen von Sensitivitätsanalysen modifiziert, um Erkenntnisse zu gewinnen.

Zunächst wird jedoch kurz auf das verwendete Optimierungsverfahren eingegangen: Für die automatische Erstellung der Einsatzpläne werden ES verwendet, die an dieser Art von

Problemstellungen bereits sehr gute Ergebnisse erzielt haben [14], [7]. In Tests wurde die optimale Parametrierung von ES mit einem Elter, fünf Nachkommen, einer Kommaselektion und der Mutation mit dem Konzept der maximalen Entropie identifiziert. Das Abbruchkriterium greift bei allen Experimenten einheitlich nach 200.000 berechneten Fitnessfunktionen. Für Details zum Optimierungsverfahren sei auf die beiden zuvor genannten Quellen verwiesen. Dort sind ebenfalls grundlegende Ausführungen zu ES zu finden, die den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätten.

Für jedes Szenario wird der komplette Einsatzplan 30-mal berechnet. In Tabelle 3 und Tabelle 5 sind aus Platzgründen jeweils die Minimalwerte der 30 Replikationen sowie ausschließlich die Nebenbedingungen aufgeführt, gegen die verstoßen wird.

#### 4.1 Szenarien mit veränderter Personalstruktur

In diesem Unterkapitel wird bei relativ konstanter Gesamtzahl der wöchentlichen Sollarbeitszeit die Personalstruktur geändert. Hierdurch wird nachfolgend geklärt, ob mehr/weniger Voll- bzw. Teilzeitkräfte oder eine gleichmäßige Durchmischung der Arbeitsverträge zu besseren Ergebnissen führen. Die zugehörigen Szenarien sind in Tabelle 2 dargestellt. In den Szenarien 1 bis 4 wird die Anzahl der Vollzeitkräfte sukzessive reduziert und anschließend durch Teilzeitkräfte aufgefüllt, die alle den gleichen Vertrag haben.

	Ausgangsszenario	Szenario			
		1	2	3	4
		Anzahl Mitarbeiter je Vertrag			
Vertrag 1 (40 h / Woche)	6	10	7	5	0
Vertrag 2 (38 h / Woche)	1	0	0	0	0
Vertrag 3 (30 h / Woche)	1	0	0	0	15
Vertrag 4 (25 h / Woche)	5	0	0	10	0
Vertrag 5 (20 h / Woche)	1	0	8	0	0
Vertrag 6 (10 h / Woche)	1	5	0	0	0
Σ der wöchentl. Sollarbeitszeit	463	450	440	450	450

**Tabelle 2: Ausgangsszenario und Szenario 1 bis 4 mit veränderter Personalstruktur**

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse. Hierbei fällt Szenario 1 mit zehn Vollzeitkräften am schlechtesten aus. Die Überschreitung der wöchentlichen Sollarbeitszeit ist dort besonders hoch, da man mit einer hohen Anzahl an Vollzeitkräften recht unflexibel ist. Die Arbeitslast ruht auf nur zehn Mitarbeitern. Der stark schwankende Personalbedarf kann mit ihnen nicht optimal abgedeckt werden. Wird ein zusätzlicher Bedarf an Personal zu Stoßzeiten durch die fünf Teilzeitkräfte mit nur zehn Sollstunden je Woche abgefangen, kommt es bei diesen Mitarbeitern schnell zu Überschreitungen der wöchentlichen Sollarbeitszeit. Das beste Ergebnis wird in Szenario 4 erzielt. Bei fast allen Nebenbedingungen entstehen dort besonders wenige Fehlerpunkte. Die Arbeitslast wird gleichmäßig auf alle fünfzehn Mitarbeiter verteilt, sodass der sehr stark schwankende Personalbedarf sehr gut gedeckt werden kann. Mit insgesamt 450 statt 463 Sollstunden je Woche hat Szenario 4 sogar 16 Sollstunden weniger als das Ausgangsszenario. Dies entspricht fast einer Teilzeitkraft mit dem Vertrag 5.

Szenario	Gesamtfehlerpunkte	Arbeitsplatzwechsel	Unterdeckung in Minuten	Überdeckung in Minuten (Bedarf > 0')	Überschreitung der Sollzeit in Minuten
Ausgangsszenario	42.595	406	1.545	30	40.614
Szenario 1	145.140	411	2.040	34	142.654
Szenario 2	54.393	393	1.780	0	52.220
Szenario 3	48.404	378	1.483	26	46.517
Szenario 4	30.428	351	891	43	29.143

**Tabelle 3: Ergebnisse des Ausgangsszenarios und der Szenarien 1 bis 4 mit veränderter Personalstruktur**

#### 4.2 Szenarien mit reduzierter Gesamtzahl der wöchentlichen Sollarbeitszeit

Nachdem die Personalstruktur bei relativ konstanter Gesamtzahl der wöchentlichen Sollarbeitszeit modifiziert wurde, sollen nun die Auswirkungen einer verringerten Gesamtzahl der Sollarbeitszeit untersucht werden. Die entsprechenden Szenarien sind in Tabelle 4 dargestellt. Im Vergleich zum Ausgangsszenario werden mit Szenario 5 beginnend alle Mitarbeiter mit dem längsten Arbeitsvertrag auf den jeweils nächst kürzeren Arbeitsvertrag verschoben. Dadurch reduziert sich die Gesamtzahl der wöchentlichen Sollarbeitszeit bei konstanter Mitarbeiteranzahl.

	Ausgangsszenario	Szenario				
		5	6	7	8	9
		Anzahl Mitarbeiter je Vertrag				
Vertrag 1 (40 h / Woche)	6	0	0	0	0	0
Vertrag 2 (38 h / Woche)	1	7	0	0	0	0
Vertrag 3 (30 h / Woche)	1	1	8	0	0	0
Vertrag 4 (25 h / Woche)	5	5	5	13	0	0
Vertrag 5 (20 h / Woche)	1	1	1	1	14	0
Vertrag 6 (10 h / Woche)	1	1	1	1	1	15
Σ der wöchentl. Sollarbeitszeit	463	451	395	355	290	150

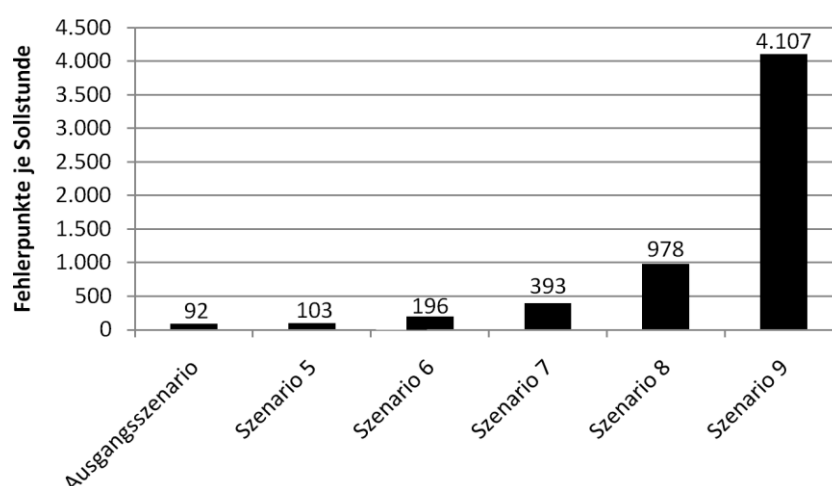
**Tabelle 4: Ausgangsszenario und Szenario 5 bis 9 mit reduzierter Gesamtzahl der wöchentlichen Sollarbeitszeit**

Die Ergebnisse der Experimente mit den Szenarien 5 bis 9 sind in Tabelle 5 aufgeführt. Erwartungsgemäß steigt die Gesamtfehlerpunktzahl mit der Reduktion der zur Verfügung stehenden Sollarbeitszeit. Besonders stark nehmen die Fehler bei der Überschreitung der vertraglich festgelegten wöchentlichen Sollarbeitszeit zu. Die Abweichungen bei der Über- und Unterdeckung im Personaleinsatz sind relativ unempfindlich gegenüber den Sollarbeitszeitreduktionen, da diese durch eine Überschreitung der wöchentlichen Sollarbeitszeit abgedeckt werden. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die zur Verfügung stehende Summe der Sollarbeitszeit nicht zu weit abgesenkt werden sollte, da die Fehlerpunkte sonst stark zunehmen.

Szenario	Gesamtfehlerpunkte	Arbeitsplatzwechsel	Unterdeckung in Minuten	Überdeckung in Minuten (Bedarf > 0')	Überschreitung der Sollzeit in Minuten
Ausgangsszenario	42.595	406	1.545	30	40.614
Szenario 5	36.276	376	1.040	20	34.840
Szenario 6	77.585	345	1.100	20	76.120
Szenario 7	139.561	341	1.060	40	138.120
Szenario 8	283.561	241	1.980	20	281.320
Szenario 9	616.062	188	2.447	0	613.427

**Tabelle 5: Ergebnisse des Ausgangsszenarios und der Szenarien 5 bis 9 mit reduzierter Gesamtzahl der wöchentlichen Sollarbeitszeit**

In Bild 2 ist das Verhältnis aus Gesamtfehlerpunkten je zur Verfügung stehender Stunde an Sollarbeitszeit (im Ausgangsszenario z. B. 463 h) in verschiedenen Szenarien dargestellt. Es wird deutlich, dass die Gesamtfehlerpunkte je Sollstunde bei einer Reduktion der Gesamtanzahl an Sollstunden überproportional ansteigen. Dies unterstreicht wiederum die zuvor gemachte Aussage, dass ein zu starkes Absenken der zur Verfügung stehenden Sollstunden unbedingt vermieden werden sollte.



**Bild 2: Verhältnis der Gesamtfehlerpunkte je zur Verfügung stehender Stunde der vertraglichen Sollarbeitszeit im Ausgangsszenario und in den Szenarien 5 bis 9**

In den Experimenten zeigt sich, dass die Personalstruktur nur einen geringen oder keinen Einfluss auf die Anzahl der Arbeitsplatzwechsel, die Überdeckung im Personaleinsatz und auf die korrekte Erstellung der Arbeitszeitmodelle hat. Sie ist jedoch hinsichtlich der Unterdeckung und hinsichtlich der Überschreitung der wöchentlichen Sollarbeitszeit zur Deckung des Personalbedarfs entscheidend.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde strategisches WFM als Beratungsprodukt am Beispiel einer Abteilung eines Kaufhauses betrachtet. Hierzu wurde eine Problemstellung vorgestellt, an der diverse Szenarien im Rahmen des strategischen WFM untersucht wurden.

Bei der untersuchten Problemstellung wird deutlich, dass eine gleichmäßige Verteilung der Arbeitslast auf alle Mitarbeiter hinsichtlich der gewählten Bewertungskriterien vorteilhaft ist. So werden die geringsten Gesamtfehlerpunkte in Szenario 4 erzielt, wo alle fünfzehn Mitarbeiter eine vertragliche Wochensollarbeitszeit von 30 Stunden haben. Weiterhin wird ersichtlich, dass ein sukzessives Absenken der insgesamt zur Verfügung stehenden wöchentlichen Sollarbeitszeit zu einem überproportionalen Anstieg der Gesamtfehlerpunkte führt, sodass ein derartiges Vorgehen unbedingt vermieden werden sollte.

Diese Erkenntnisse heben das Potenzial des hier gewählten Vorgehens des strategische WFM hervor. Handlungsempfehlungen können anhand konkreter Einsatzpläne gegeben werden. Die Auswirkungen von Entscheidungen bzgl. Über-/Unterdeckung und bzgl. Mehrarbeit sind nun relativ exakt ablesbar. Dies ist ein erheblicher Vorteil im Gegensatz Schätzverfahren, Trendanalysen oder einfachen Überlegungen in Tabellenkalkulationen. Die Ergebnisse der erstellten Einsatzpläne könnten auch monetär bewertet werden. So ist die Überschreitung der vertraglich festgelegten wöchentlichen Sollarbeitszeit (= Mehrarbeit) z. T. zu entlohnen. Und eine Unterdeckung im Personaleinsatz führt im Handel ggf. zu Umsatzeinbußen.

An dem in dieser Arbeit vorgestellten Vorgehen ist kritisch anzumerken, dass die Umsetzung sehr aufwändig ist. Denn die Problemstellung des zu planenden Bereichs muss mit allen Eigenheiten erfasst und in einem Modell abgebildet werden. Gerade die Beschaffung und Aufbereitung aller benötigter Daten stellt häufig ein Problem dar. Zudem ist ein geeignetes Lösungsverfahren zu wählen und ggf. anzupassen. Weiterhin sind die Berechnungen der Einsatzpläne für verschiedene Szenarien sehr zeitintensiv (CPU-Zeit bei einem Intel Core Quad 4 x 2,66 GHz mit 4 GB RAM etwa 4 Stunden je Einsatzplan). Neben dem recht hohen Aufwand kann als weiterer Kritikpunkt das erforderliche Know-how angesehen werden, um strategisches WFM mit Hilfe konkreter Einsatzpläne im Rahmen von Szenariobetrachtungen betreiben zu können.

Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sind weitere Szenarien der untersuchten Problemstellung. Zudem sollen die hier gewonnen Erkenntnisse mit Ergebnissen weiterer Problemstellungen verglichen werden. Wie bereits angemerkt ist die CPU-Zeit noch recht hoch. Für umfassendere Experimente muss diese deutlich reduziert werden. Dies lässt sich zum einen durch eine effizientere Berechnung der Fitnessfunktion erzielen. Weiteres Potenzial liegt im Optimierungsverfahren. So wird bei einem konstruierenden Verfahren (KV) die Fitnessfunktion nur einmal am Ende berechnet, was im Vergleich zu den 200.000 Berechnungen bei ES in dieser Arbeit ein erheblicher Unterschied ist. Um jedoch brauchbare Ergebnisse mit einem KV zu erhalten, muss es sehr viel problemspezifisches Wissen enthalten [7]. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um den Anpassungsaufwand des KV bei immer neuen Szenarien in Grenzen zu halten.

## 6 Literatur

- [1] ATOSS Software AG; FH Heidelberg (2006): Standort Deutschland 2006. Zukunftssicherung durch intelligentes Personalmanagement. Maisberger, München.
- [2] Bundesverband Deutscher Unternehmensberater BDU e.V. (2010): Facts & Figures zum Beratermarkt 2009/2010. Bonn.
- [3] Drumm, HJ (1992): Personalplanung. In: Gaugler, E; Weber, W (Hrsg.), *Handwörterbuch des Personalwesens*. Band 2. Poeschel Verlag, Stuttgart. S. 1758-1769.
- [4] Ernst, AT; Jiang, H; Krishnamoorthy, M; Owens, B; Sier, D (2004): An Annotated Bibliography of Personnel Scheduling and Rostering. *Annals of Operations Research*. 127:21-144.
- [5] Feldmann, H-W (2006): Workforce Productivity. Ganzheitliche Optimierungsstrategien für Human Resources. Hirschenverlag, Fürth.
- [6] Gebhardt, B (2005): Branchenspezifische Aspekte des Handels. In: Fank, M; Scherf, B. (Hrsg.), *Handbuch Personaleinsatzplanung*. Datakontext, Frechen. S. 225-261.
- [7] Günther, M (2010): Hochflexibles Workforce Management. Herausforderungen und Lösungsverfahren. Dissertation, TU Ilmenau. Ilmedia, Ilmenau.
- [8] Günther, M (2010): Workforce Management an einem Praxisbeispiel aus der Produktion. Einführung einer Softwarelösung bei der Allgaier Werke GmbH. In: Schumann, M; u. a. (Hrsg.) *Proc. of MKWI 2010*. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen. S. 2321-2332.
- [9] Günther, M; Nissen, V (2010): Combined Working Time Model Generation and Personnel Scheduling. In: Dangelmaier, W; u. a. (Hrsg.) *Proc. of 8th IHNS*. LNBP 46. Springer, Berlin. S. 210-221.
- [10] Haufe-Lexware GmbH & Co. KG (2010): Strategische Personalplanung. Grundlagen und Methoden der langfristigen Personalplanung zur Zukunftssicherung Ihres Unternehmens. Freiburg.
- [11] Kern, D (2009): Strategic Workforce Management als Grundlage für Talent Management. Sonderdruck aus dem Jahrbuch Personalentwicklung für Capgemini Consulting. Berlin.
- [12] Miebach Consulting GmbH (2008): Personalbedarfsplanung. Personalplanungs- und Flexibilisierungsmethoden in der logistischen Praxis. Frankfurt.
- [13] Nissen, V (2007): Consulting Research – eine Einführung. In: Nissen, V (Hrsg.) *Consulting Research. Unternehmensberatung aus wissenschaftlicher Perspektive*. DUV, Wiesbaden. S. 3-38.
- [14] Nissen, V; Günther, M; Schumann, R (2011): Integrated Generation of Working Time Models and Staff Schedules in Workforce Management. In: Di Chio, C (Hrsg.), *Proc. EvoApplications 2011*. LNCS 6625. Band 2. Springer, Berlin. S. 491-500.
- [15] OC&C Strategy Consultants (2006): Personalkosten im Verkauf. Optimierung ohne Leistungsverzicht.
- [16] Olfert, K (2006): Personalwirtschaft. Friedrich Kiehl Verlag, Leipzig.



# **Informationssysteme in der Finanzwirtschaft**



# Massenprozessmanagement bei Dienstleistungen

**Carsten Schöpp**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
56070 Koblenz, E-Mail: cschoepp@uni-koblenz.de

**Norbert Frick**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
56070 Koblenz, E-Mail: norbert.frick@uni-koblenz.de

## Abstract

Die Unterstützung von Massenprozessen (Prozesse in großer Anzahl) in Büroumgebungen von Dienstleistungsunternehmen mit spezialisierten Informationssystemen (Prozessmanagementsystemen) kann zur Realisierung hoher Effizienz- und Kostenvorteile führen. Moderne Prozessmanagementsoftware ermöglicht seit einiger Zeit, Massenprozesse „fabrikähnlich“ zu behandeln wie Produktionsprozesse. Das Thema „Massenprozesse im Bürobereich“ wurde wissenschaftlich bis dato kaum beleuchtet. Dieser Beitrag präsentiert eine Tiefenanalyse der existierenden Literatur und untersucht Faktoren, die für Massenprozesse relevant sind. Als wichtiges Ergebnis für die wissenschaftliche Diskussion liefert der Beitrag ein definitorisches Rahmenwerk für „Massenprozesse“, „Massenprozess-Management“ und komplementärer Begriffe zur Industrialisierung von Dienstleistungen in Büroumgebungen.

## 1 Motivation und Literatur

Die wirtschaftliche Globalisierung geht mit einer stetigen Steigerung des Umfangs und der Dynamik der Geschäftsprozesse von Dienstleistungsunternehmen einher [30]. Die damit verbundenen marktwirtschaftlichen Herausforderungen des Dienstleistungsgeschäfts liegen vor allem in steigenden Qualitätsanforderungen, permanentem Kostendruck, und hohen Ansprüchen an Prozesstransparenz, aber auch „in Forderungen nach Flexibilität, Dezentralisierung und Interoperabilität.“ [43]. Die Weiterentwicklung der Informationstechnologie erlaubt dabei heute neuartige Formen der betrieblichen Organisation [11].

Durch die Übertragung der Prozess-Arbeitsmethoden aus der Industrie und mittels IT-gestütztem Geschäftsprozessmanagement (BPM) ([17], [2]) bietet sich die Möglichkeit, ähnliche Rationalisierungspotenziale, wie sie in der Fertigungsindustrie bereits existieren, auch in Büroumgebungen zu erschließen. Marktstudien der jüngeren Vergangenheit zeigen, dass sich in mehreren Dienstleistungsbranchen ein Bewusstsein dafür entwickelt hat ([41], [8]). Bereits im Jahr 1995

führte Scheer ([27], S. 8) aus, dass „Bei einer generalisierten Betrachtung eines Geschäftsprozesses [...] kein Unterschied zwischen einem Dienstleistungsprozeß und einem Fertigungsprozeß“ bestehe. Die Methoden zur Beschreibung von Industrieprozessen können lt. Scheer auf Dienstleistungsprozesse „[...] ohne weiteres übertragen werden.“ Wichtig für den idealtypischen Verlauf des Geschäftsprozessmanagement-Kreislaufs (Modellierung, Prozesssteuerung/-monitoring, Auswertung/ Simulation) ist dabei immer eine valide Datengrundlage durch ein elektronisch unterstütztes *Zählen und Messen* der Prozesse [30]. Dies ist jedoch bis heute aufgrund der hohen menschlichen Arbeitsleistung innerhalb dieser Prozesse mit Hilfe von Informationssystemen schwer umzusetzen [2].

Auf Grund des allgemein steigenden Kostendrucks und der Kundenanforderungen [22] an termintreue, fehlerfreie und qualitativ hochwertige Dienstleistungen erscheint es daher an der Zeit, nun auch Büroprozesse ähnlich tiefgehend wie Industrieprozesse zu analysieren und im Nachgang zu optimieren [44]. Dabei geht es nicht nur darum, bestehende Ansätze und Werkzeuge zu evaluieren oder ggf. neu zu entwickeln, sondern vor allem eine konzeptionelle Grundlage für diesen Teilforschungsbereich der Geschäftsprozess-Forschung zu legen. Da der Begriff Massenprozess in der Dienstleistungsbranche/-industrie noch kaum wissenschaftlich eingeführt und erörtert wurde, stellte sich daher die folgende Forschungsfrage, die im weiteren Verlauf dieses Beitrags adressiert wird:

*Welche Faktoren und Rahmenparameter sind für Massenprozesse in Dienstleistungsunternehmen relevant?*

Im weiteren Verlauf dieses Beitrags wird zunächst das Forschungsvorgehen erläutert (Kapitel 2). Dabei werden zentrale Begriffe definiert. Den Hauptteil dieser Arbeit bildet die Vorstellung relevanter Merkmale von Massenprozessen (Kapitel 3), die dazu geeignet sind, Massenprozesse zu beschreiben und zu operationalisieren, sowie deren Erläuterung. Die Arbeit schließt mit einem Fazit und mit der Erläuterung der Limitationen (Kapitel 4 und 5).

## 2 Vorgehen

Im ersten Schritt wurde zur Bestimmung der relevanten Prozessmerkmale und -parameter eine umfassende Literaturuntersuchung vorgenommen, da die Begriffe Massenprozess bzw. Massenprozessmanagement nur vage bzw. unzureichend im Zusammenhang mit Dienstleistungen verwendet werden. Vom Brocke et al. [10] liefern hierzu ein Vorgehensmodell in fünf Phasen: 1. Abgrenzung des Untersuchungsbereichs, 2. Konzeptualisierung des Themas, 3. Literatursuche, 4. Analyse und Synthese der Literatur und 5. Weitere Forschung. Dieses Vorgehensmodell erschien geeignet, da es zum Einen auf bereits existierenden Literaturuntersuchungsmethoden aufbaut und zum Anderen ein einheitliches Vorgehen für eine wissenschaftlich fundierte Literaturrecherche bietet. Im Anschluss wurde ein Workshop mit einem etablierten BPM-Anbieter und weiteren Experten im Bereich des Geschäftsprozessmanagements durchgeführt, um die identifizierten Prozessmerkmale und -parameter auf deren Praxistauglichkeit zu testen und weitere, in der Literatur möglicherweise nicht oder kaum behandelte Aspekte einzugehen, die ebenfalls für den Forschungsgegenstand relevant sind.

### 2.1 Abgrenzung des Untersuchungsbereichs

Da es zu den Themenbereichen Geschäftsprozesse bzw. Geschäftsprozessmanagement bereits zahlreiche Veröffentlichungen gibt, erschien es ratsam, die zu untersuchende Literaturbasis auf

WI/IS-Journale zu begrenzen, da diese durch ein vorgelagertes Begutachtungsverfahren ein hohes Qualitätsniveau beinhalten. Mit gegenwärtig mehr als 700 IS-Journalen ist eine Auswahl von thematisch geeigneten Journalen nur aufgrund einer festzulegenden Rangreihe möglich. Zur Eingrenzung wurde das vom Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft im Jahr 2003 entwickelte JOURQUAL-Ranking gewählt, das momentan in seiner zweiten Version aus 2008 vorliegt [19]. Innerhalb dieses Rankings gibt es thematische Unterklassifizierungen, von denen die Rangreihe „Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement“ gewählt wurde. Insgesamt wurden 110 Journale (1 A+, 5 A, 25 B, 51 C, 24 D, 4 E) durchsucht. Dabei wurde sich auf eine Spanne von zehn Jahren konzentriert (2000-2010). Zusätzlich wurde weitere Standardliteratur hinzugezogen. Standardwerke (bspw. Scheer, Davenport, Becker oder Allweyer ([27], [13], [5], [2])), die im Umfeld der Wirtschaftsinformatik bzw. IS Research hohes Ansehen genießen, wurden ebenfalls berücksichtigt.

## 2.2 Konzeptualisierung des Themas

Um eine genaue definitorische Grundlage für die folgende Diskussion zu legen, werden in diesem Abschnitt als Phase 2 des vom Brocke et al. [10] vorgeschlagenen Modells die wichtigsten Begriffe vorab definiert und erläutert.

### 2.2.1 Massenprozess

Jüngere Marktstudien zeigen, dass sich Dienstleistungsunternehmen zunehmend mit den Begriffen Massenprozess bzw. Massenprozessmanagement auseinandersetzen ([41], [8]). Dabei werden diese Begriffe häufig mit Geschäftsprozessen in Verbindung gebracht, die aufgrund ihrer Häufigkeit und entsprechend realisierter Rationalisierungen ein großes Einsparpotenzial beherbergen [35]. Die Literaturanalyse ergab jedoch, dass „Massenprozesse“ und das explizite „Management von Massenprozessen“, speziell bei Dienstleistungen, gegenwärtig kaum wissenschaftlich untersucht werden. Die früheste gefundene Textstelle, in der Massenprozesse als solche erwähnt werden, ist von Kern/Schumann ([20] S. 250) und datiert aus dem Jahr 1984. Der Artikel beschäftigt sich mit *produktionsgetriebenen* Massenprozessen. Weitere Beispiele finden sich in verschiedenen, sehr spezifischen Kontexten z.B. bei [7] (Billingprozess in der Telekommunikationsbranche), oder [38] (Abgrenzung zu projektbezogenen Prozessen). Allen Textstellen gemein ist die Tatsache, dass Massenprozesse zwar als Begriff aufgeführt werden, eine Definition des Begriffes und eine Erläuterung von Merkmalen oder Rahmenparametern allerdings ausbleibt. Lediglich ein Beitrag aus dem Jahr 2007 von Abele, Hurtienne und Prümper [1] stellt den Ansatz einer Definition dar, indem sie ausführen, Massenprozesse seien „Abläufe, die von sehr vielen Benutzern durchgeführt werden und täglich mehrere Male wiederholt werden“ (S. 17). Als Beispiel für Massenprozesse führen die Autoren Buchungsprozesse im Rahmen von Usability Management an.

Eine weitere Perspektive zur Feststellung von Merkmalen von Massenprozessen bietet eine Abgrenzung von Prozessarten in Anlehnung an Picot und Rohrbach [24], die zwischen einmaligen Prozessen (Projekten), Regelprozessen und Routineprozessen unterscheiden. Einmalige Prozesse oder Projekte sind individuelle Arbeiten ohne vorgegebenen Ablauf mit wechselnden Teams oder einzelnen Bearbeitern. Regelprozesse unterscheiden sich von Routineprozessen durch eine höhere Komplexität, die durch den Bedarf zur häufigeren Veränderung des Prozessablaufes zustande kommt. Routineprozesse kommen in hoher Anzahl vor, haben eine leicht erkennbare Struktur und zeichnen sich durch eine lange Planbarkeit aus, wodurch ein standardisierter Ablauf und ein hoher Grad an Arbeitsteilung erreicht wird.

Dabei umfasst die Definition der Routineprozesse zumindest teilweise die Eigenschaften von Massenprozessen. Routineprozesse kommen demnach „[...] in hoher Anzahl vor, haben eine leicht erkennbare Struktur und zeichnen sich durch eine lange Planbarkeit aus.“ Zusammen mit der Definition von Abele, Hurtienne und Prümper [1] ergibt sich damit die folgende Arbeitsdefinition, die für den Verlauf der folgenden Literaturanalyse verwendet wurde:

*Massenprozesse im Dienstleistungsbereich sind planbare, strukturierte und von vielen Benutzern oft wiederholte Geschäftsprozesse.*

### **2.2.2 Massenprozessmanagement**

Ebenso wie bei Prozessen/Geschäftsprozessen gibt es zahlreiche Definitionen für Geschäftsprozessmanagement. Diese reichen von einer relativ fokussierten Sichtweise [29], die Geschäftsprozessmanagement als Konzept zur Gestaltung, Koordination und Ausführung von Geschäftsprozessen sieht, bis hin zu einer eher breit gefassten Einordnung die zusätzlich noch Methoden, Techniken und Werkzeuge in das Konzept mit einschließt [42]. Basierend auf der in Kapitel 2.2.1 eingeführten Arbeitsdefinition von Massenprozessen ist es sinnvoll, sich bei einer ersten Definition des Begriffs Massenprozessmanagement einer fokussierten Sichtweise zu nähern, da Methoden, Techniken und Werkzeuge aufgrund des noch gering erforschten Bereichs nur schwer einzuordnen sind. Daher lässt sich Massenprozessmanagement im Dienstleistungsbereich wie folgt definieren:

*„Massenprozessmanagement im Dienstleistungsbereich ist ein Konzept zur Gestaltung, Koordination, Ausführung, Überwachung und Optimierung von durch viele Benutzer oft wiederholten, planbaren und strukturierten Geschäftsprozessen (Massenprozessen).“*

Prozessüberwachung (Monitoring) und -optimierung spielt im Massenprozessmanagement eine wichtige Rolle, da beide Tätigkeiten im Rahmen der Industrialisierung von Geschäftsprozessen in Büroumgebungen im Dienstleistungsbereich zur Durchführung eines iterativen Regelkreislaufs von zentraler Bedeutung sind ([6], [2], [30], [42]).

## **2.3 Literatursuche**

Im ersten Schritt wurden alle relevanten Journalartikel mit einem Bezug zum Geschäftsprozessmanagement/Business Process Management mittels 12 initialer Keywords herausgefiltert (1272 Artikel). Danach wurde eine weitere Keywordsuche auf Basis dieser Artikel durchgeführt, die sich auf Massenprozesse und Massenprozessmanagement im Dienstleistungsbereich konzentrierte. Diese Suche startete mit 16 Keywords: Automated, Automation, Kennzahl, Less (wenig), Much (viel), Many, Mass, Mass Process (Massenprozess), Measuring, Measurement, Performance und Quantifying (Quantifizierung). Dabei wurden 25 Artikel gefunden, die ein oder mehrere der Keywords beinhalteten. Zwar beschäftigte sich kein Beitrag explizit mit Massenprozessen/ Massenprozessmanagement, trotzdem werden die darin enthaltenen impliziten Ergebnisse diskutiert (siehe Kapitel 2.4). Zusätzlich wurden bekannte Primärstudien und bereits etablierte Standardwerke im Umfeld der Wirtschaftsinformatik bzw. IS Research als Literaturquellen hinzugezogen.

## **2.4 Analyse und Synthese der Literatur**

Zur Analyse der Literatur (Phase 4 [10]) kamen zwei Methoden in Frage: Die quantitative Methode der Metaanalyse [12], [31] und die qualitative Methode des narrativen Reviews [9].

Als Analysemethode wurde letztlich das narrative Review verwendet, da es weder eine ausreichende Anzahl Einzelstudien zum Thema Massenprozesse gab, noch die vorliegenden Beiträge eine hinreichend homogene Sicht auf das Forschungsthema geliefert haben. Dadurch war eine kriterienbasierte Vorauswahl von existierenden Quellen nicht praktikabel. Der Vorteil am narrativen Review ist die im Vergleich zur Metaanalyse höhere Anzahl an Literaturquellen, mit der die Untersuchung vorgenommen werden kann und der geringere Zeitbedarf auf Grund des Verzichts auf eine statistische Aufbereitung der gefundenen Daten. Daher wurden die aus den verschiedenen Quellen für das Thema wichtigen Aspekte herausgearbeitet und kritisch kommentiert. Eine Limitation erfährt das narrative Review im Vergleich zur Metaanalyse dadurch, dass es durch die Art der Auswahl der Literaturquellen als subjektiver kritisiert werden kann [9]. In dieser Phase konnten insgesamt sieben Prozessmerkmale von Massenprozessen identifiziert werden: Automatisierbarkeit, Dauer, Umfang, Kosten, Grad der Veränderlichkeit, IT-Unterstützung und Messbarkeit (Tabelle 1).

## 2.5 Weitere Forschung

In einem Workshop mit einem etablierten BPM-Anbieter, der sich auf die Modellierung, das Monitoring und die Steuerung von Dienstleistungsprozessen spezialisiert hat, und weiteren BPM-Experten (September 2010) wurden im Anschluss an die Literaturrecherche verschiedene Aspekte und Schlüsselbereiche des Untersuchungsobjekts systematisch analysiert (5. Phase [10]), identifiziert, deren Relevanz diskutiert und letztlich die Ergebnisse evaluiert. Zur Erfassung der Kriterien und Rahmenparameter für Massenprozesse und deren Management wurden die bereits in der Literaturrecherche ermittelten Rahmenparameter als Ausgangspunkt genommen und um praxisrelevante Kriterien in mehreren Durchläufen ergänzt. Dabei zeichnete sich ab, dass neben den bereits in der Literatur gefundenen Prozessmerkmalen vor allem noch Merkmale fehlten, die sich auf die Prozessstruktur (Strukturierungsgrad, Wissens-/Datenintensität) und die Prozessorganisation (Prozessreifegrad, Prozessinterdependenz) beziehen. Zusammen mit der Wiederholungsfrequenz konnten schließlich 12 Prozessmerkmale für Massenprozesse im Dienstleistungsbereich identifiziert werden.

## 3 Merkmale von Massenprozessen

Einen bekannten Ansatz, Prozesse mit Attributen zu klassifizieren, zeigen z.B. Müller und Stolp [23] (in Anlehnung an Hauser [18]) auf. Sie unterscheiden anhand der Definitionen von verschiedenen Autoren zwischen *konstitutiven* Merkmalen, die vorliegen müssen, damit überhaupt von einem Prozess gesprochen werden kann, und *klassifizierenden* Merkmalen, die eine Kategorisierung der Prozesse erlauben. Die in der Matrix von Müller und Stolp [23] enthaltenen klassifizierenden Prozessmerkmale wurden im Rahmen der Untersuchung (Literaturrecherche und Expertengespräche) um weitere Merkmale ergänzt bzw. ersetzt. Dabei wurden insbesondere Merkmale mit einem direkten Bezug zur zuvor genannten Arbeitsdefinition von Massenprozessen berücksichtigt. Letztlich wurden somit 16 Prozessmerkmale für Massenprozesse festgestellt (Tabelle 1), wobei die ursprünglich von Müller und Stolp formulierten klassifizierenden Merkmale keine Berücksichtigung mehr fanden, da diese für die Klassifizierung von Massenprozessen keine Relevanz aufwiesen.

<b>Merkmalstyp</b>	<b>Merkmal</b>	<b>Quelle</b>
Konstitutiv	Folge von Aktivitäten	[23]
	Input	
	Transformation	
	Output	
Klassifizierend	Automatisierbarkeit	[2], [24], [25], [40], [30]
	Wiederholungsfrequenz	[2], [21]
	Dauer	[1], [26]
	Umfang	[2], [23], [35]
	Wissens- und Datenintensität	[2]
	Kosten	[2], [14], [21], [37]
	Grad der Veränderlichkeit	[33], [35]
	Strukturierungsgrad	[2], [35]
	Prozessreifegrad	[3], [14], [36]
	Prozessinterdependenz	[34]
	IT-Unterstützung	[2], [10], [17], [32], [39]
	Messbarkeit	[15], [16], [26], [38], [1], [4]

**Tabelle 1: Prozessmerkmale von Massenprozessen**

### 3.1 Definition der einzelnen Parameter

Massenprozesse können über die folgenden, in der Literatur und im Workshop gefundenen Prozessparameter beschrieben werden. Diese werden auf ihre Tauglichkeit zur Beschreibung von Massenprozessen diskutiert und deren Bedeutung für Massenprozesse erläutert.

#### Konstitutive Prozessmerkmale

Da Massenprozesse wie alle Prozesse/Geschäftsprozesse eine logische Abfolge von Einzelaktivitäten bilden, die durch einen definierten Input initiiert werden, einen definierten Output haben und an deren Ende eine Informationstransformation steht, gelten für sie dieselben konstitutiven Prozessmerkmale, die auch in Müller und Stolp [23] aufgezählt wurden.

#### Automatisierbarkeit

Bei den Prozessarten wurde im Rahmen dieser Arbeit nach Picot/ Rohrbach [24] zwischen einmaligen Prozessen (Projekten), Regelprozessen und Routineprozessen unterschieden (vgl. hierzu z.B. auch [2], [30]). Die Unterscheidung zwischen Regel- und Routineprozess liegt neben weiteren Kriterien vor allem in der Prozesshäufigkeit [2], der Veränderbarkeit des Prozesses und in der Automatisierbarkeit. Ein Routineprozess zeichnet sich durch eine immer wiederkehrende gleiche Problemstellung aus, verfügt über wenige Bearbeitungsalternativen, ist möglichst starr organisiert und lässt menschliche Interaktionen innerhalb des Prozessablaufs selten zu [25], während ein Regelprozess eher die Tendenz hat, geändert zu werden [40]. Aufgrund der definitorischen Nähe zu Routineprozessen eignen sich Massenprozesse daher sehr gut für eine Automatisierung.



### **Wiederholungsfrequenz**

Laut Allweyer [2] sowie Loos [21] sind Massenprozesse Prozesse mit einer sehr hohen Wiederholungsfrequenz. Diese Angabe an sich ist schlecht operationalisierbar, da das Adjektiv „hoch“ in Bezug auf die Wiederholungsfrequenz in verschiedenen Kontexten durchaus variieren kann. Dies hat dazu geführt, dass eine zahlenmäßige Einteilung für die mengenmäßige Klassifizierung von Massenprozessen in Abgrenzung zu Projekten und Regelprozessen von den Teilnehmern des Workshops gesucht wurde. Es hat sich allerdings herausgestellt, dass eine solche zahlenmäßige Klassifizierung von Branche zu Branche und von Unternehmen zu Unternehmen anders sein muss.

### **Dauer**

Die Prozessdauer eines Prozesses ist die Zeit, die ein Prozess von der Einschleusung in die Bearbeitung bis zu seiner Ausschleusung aus der Bearbeitung im Unternehmen verbleibt [26]. Oft wird diese Prozesszeit als Durchlaufzeit bezeichnet. Abele, Hurtienne und Prümper ([1], S. 17) stellen den Bezug der Prozessdauer zu Massenprozessen her: „Zeiteinsparungen bei solchen „Massenprozessen“ multiplizieren sich mitunter zu enormen Werten, ...“.

### **Umfang**

Der Umfang eines Prozesses wird repräsentiert über die Anzahl seiner Prozesseinzelschritte (vgl. z. B. [2], [35], S. 12). Massenprozesse sind von der Modellierung her als tendenziell kleinteilig anzusehen, wobei die Teilprozesse eines Massenprozesses sinnvoll nicht weiter untergliederbar sind. Auf der Aktivitätenebene sprechen Müller und Stolp [23] von einer atomaren Aufgliederung. Bei Massenprozessen sind tendenziell eher weniger Mitarbeiter in die Bearbeitung desselben Prozesses involviert, was sich aus dem von den Unternehmen angestrebten Übungsvorteil ableiten lässt, der entsteht, wenn dieselben Personen Prozesse bzw. Prozessschritte immer wieder durchführen.

### **Wissens- und Datenintensität**

Die Wissensintensität wird repräsentiert durch das Fachwissen, das ein Sachbearbeiter oder mehrere Sachbearbeiter haben müssen, um einen Prozess zu bearbeiten. Die Datenintensität ist die Anzahl an strukturierten Daten, die während eines Prozesses verarbeitet werden müssen (vgl. [2], S. 66f).

Die Wissens- und Datenintensität kann in vier Fallkombinationen betrachtet werden, wobei nur die drei Fälle „Niedrige Wissensintensität / hohe Datenintensität“, „Hohe Wissensintensität / hohe Datenintensität“, „Niedrige Wissensintensität / niedrige Datenintensität“ für Massenprozesse relevant sind. Der für Massenprozesse relevanteste Fall ist „Niedrige Wissensintensität / hohe Datenintensität“, da hier mit IT-Unterstützung hohe Fallzahlen ohne Spezialwissen schnell abgearbeitet werden können. Der Fall „Hohe Wissensintensität / hohe Datenintensität“ beinhaltet noch immer hohe Fallzahlen, jedoch ist zu deren Bearbeitung bereits Spezialwissen notwendig. Im Falle niedriger Wissensintensität und niedriger Datenintensität ist zwar kein Spezialwissen notwendig, was die schnelle Bearbeitung gewährleistet, die Fallzahlen sind aber niedriger. Der Fall „Hohe Wissensintensität / niedrige Datenintensität“ ist als Massenprozess ungeeignet, da hier Spezialwissen in der Sachbearbeitung notwendig ist, das nur in wenigen Fällen genutzt wird.

## **Kosten**

Vom Kostenaspekt her sind Massenprozesse eng mit dem Arbeitsumfang und der Automatisierung verknüpft. Bereits 1996 hat Loos ([21] S. 3f) im Zusammenhang mit Workflowmanagement erkannt, dass eine Kostenreduktion durch Automatisierung entsteht. Allweyer ([2] S. 25) und Davenport [14] führen die Vorteile von standardisierten, elektronisch abgewickelten Prozessen aus. Gerade bei sehr häufig vorkommenden Prozessen kann die Automatisierung von Prozessen oder Prozessschritten ein geeignetes Mittel sein, die Bearbeitungskosten durch Vermeidung menschlicher Tätigkeiten zu senken [37].

## **Grad der Veränderlichkeit**

Der Grad der Veränderlichkeit gibt an, wie stark oder wie häufig sich ein Prozess verändert. Schwickert/Fischer sprechen in diesem Zusammenhang auch von „Variabilität“ [35]. Ein hoher Grad der Veränderlichkeit sagt aus, dass ein Prozess sich je nach Anforderung ändern kann [33], was in der Modellierung seinen Ausdruck in vielen Prozessverzweigungen finden würde. Für Massenprozesse ist ein niedriger Grad der Veränderlichkeit nötig, damit die Vorteile einer stets gleichartigen Abarbeitung und der weitgehenden Automatisierung greifen können. Der Grad der Veränderlichkeit hängt stark zusammen mit dem Strukturierungsgrad.

## **Strukturierungsgrad**

Der Strukturierungsgrad zeigt an, wie stark strukturiert die Daten sind, die innerhalb des Prozesses verarbeitet werden und wie strukturiert der Prozess selbst ist [2]. Letzteres hängt stark mit dem Grad der Veränderlichkeit zusammen. Schwickert/Fischer sprechen hier von der „Strukturiertheit“ und setzen diese in einen direkten Zusammenhang mit der Dauer eines Prozesses, indem sie ausführen, dass die Bearbeitung bei niedriger Strukturiertheit tendenziell steige ([35], S. 11). Ein hoher Strukturierungsgrad sowohl der Daten als auch des Prozesses ermöglicht durch die exakte Beschreibung die automatisierte Abarbeitung (vgl. [2], S. 69) von Massenprozessen und stellt sicher, dass bestimmte Prozessschritte in der immer gleichen Art und Weise durchgeführt werden.

## **Prozessreifegrad**

Der Prozessreifegrad ist ein Indikator dafür, wie erfolgreich ein Unternehmen einen spezifischen Prozess etabliert hat (vgl. hierzu z.B. [3], [14]). Verschiedene Reifegradmodelle, wie z.B. das Capability Maturity Model Integration (CMMI) [36], geben einen Bezugsrahmen zur Bestimmung von Prozessreifegraden, indem sie bestimmten Prozessreifegraden die dazu notwendigen Aktivitäten gegenüberstellen. In Anlehnung an das CMMI sollten sich Massenprozesse in der höchsten Stufe (Level 5) des Reifegrades befinden, da hier davon ausgegangen werden kann, dass ein Prozess vom Unternehmen und von den ihn ausführenden Personen beherrscht wird, der Prozess feingranular modelliert und beschrieben ist, und sich somit für eine Automatisierung oder arbeitsteilige Abarbeitung eignet. Level 4 sollte mindestens erreicht sein, da die für diese Stufe typische Prozessmessung und Prozesssteuerung bei Massenprozessen eine tragende Rolle zukommt.

## **Prozessinterdependenz**

Die Prozessinterdependenz gibt an, wie verflochten Prozesse mit einander sind und wie groß die wechselseitige Abhängigkeit von Prozessen ist. Er wird z.B. von Schwegmann und Laske ([34], S. 171) im Rahmen der Prozessmodellierung verwendet. Für Massenprozesse ist eine

niedrige Verflechtung mit geringen Abhängigkeiten zu anderen Prozessen optimal, da auf diese Weise möglichst wenige Störungen im Prozessablauf auftreten können.

### **IT-Unterstützung**

Zur Unterstützung der operativen Abarbeitung hoher Fallzahlen, sowie zum Monitoring und zur proaktiven Steuerung ist eine durchgängige Unterstützung durch Hard- und Softwaresysteme unabdingbar [32]. Durch die Übertragung der Prozess-Arbeitsmethoden aus der Industrie (vgl. Scheer [27]) und mittels IT-gestütztem (vgl. [2], [17]) Geschäftsprozessmanagement (GPM) bietet sich die Möglichkeit, ähnliche Rationalisierungspotenziale wie in der Fertigungsindustrie auch in Büroumgebungen zu erschließen [39].

### **Messbarkeit**

Bislang gibt es kaum ganzheitliche Ansätze, die insbesondere bei der Prozessausführung eine valide Messbarkeit erlauben [16]. Wie bereits oben erläutert, ist jedoch für eine hohe Prozessreife eine kontinuierliche Verbesserung von Prozessen und Technologien notwendig, wobei Prozessmessung und Prozesssteuerung gerade bei Massenprozessen für die Verbesserung von Prozessen im Dienstleistungsbereich eine besondere Rolle zukommt [15]. Voraussetzung für eine nachvollziehbare und reproduzierbare, dauerhaft valide Messbarkeit ist ein zentrales Monitoring und entsprechende Messmethoden ([4], [26], [38]). Um dem Management die Möglichkeit zu geben, in Echtzeit in die Prozesssteuerung einzugreifen, sollten Kontrollen und Berichte in Real- oder Neartime möglich sein [1].

## **4 Fazit**

Der Begriff „Massenprozess“ wird in der einschlägigen Literatur nicht definiert, was daran liegen kann, dass sich seine Parameter, wie z.B. Häufigkeit, Dauer und Länge, nicht oder nur schwer operationalisieren lassen. Somit lässt sich nicht trennscharf definieren, ab wann ein Massenprozess vorliegt, wobei vor allem das jeweils betrachtete Unternehmen und dessen Geschäftsmodell eine zentrale Rolle spielen. Basierend auf den diskutierten Prozessmerkmalen in Kapitel 4 kann die zuvor festgelegte Arbeitsdefinition von Massenprozessen wie folgt erweitert werden:

*Massenprozesse im Dienstleistungsbereich sind planbare, strukturierte, automatisierbare, messbare und von vielen Benutzern oft wiederholte Geschäftsprozesse mit einer hohen Datenintensität, einer geringen Prozessinterdependenz und einer niedrigen Veränderlichkeit.*

Wie bereits gezeigt, unterscheiden sich Massenprozesse von ihrer operativen Durchführung her wesentlich von anderen Unternehmensprozessen. Im Gegensatz zum Ansatz von Scheer können jedoch nicht alle Methoden industrieller Massenfertigung auf Massenprozesse im Bürobereich von Dienstleistungsunternehmen angewendet werden. Dies macht eine Erweiterung des zu Beginn definierten Massenprozessmanagement-Begriffs schwierig, da es kaum Methoden, Techniken oder Werkzeuge zur Umsetzung eines solchen Konzepts gibt.

## **5 Limitationen der Untersuchung / Weitere Forschung**

Die vorliegende Untersuchung bietet keinen vollständigen Überblick in Bezug auf die relevante Literatur in der Wirtschaftsinformatik. Literatur zu Geschäftsprozessmanagement ist in großem Umfang verfügbar, zum Thema Massenprozessmanagement hat sich nach gegenwärtigem

Kenntnisstand jedoch noch kaum ein Autor explizit geäußert, obwohl es in mehreren Dienstleistungsbranchen bereits diskutiert wird. Insofern sind einige der hier vorgenommenen Äußerungen auf Ableitungen vorhandener Literatur aufgebaut. Diese sind in folgenden Arbeiten auf deren Validität zu untersuchen. Insbesondere sind im weiteren Verlauf der Forschung Tiefenfallstudien geplant, um die hier identifizierten Prozessmerkmale empirisch zu verifizieren und mögliche Methoden und Werkzeuge im Rahmen eines Massenprozessmanagement-Ansatzes zu identifizieren bzw. zu entwickeln. Der Ansatz der Autoren, Massenprozesse im gesamten Dienstleistungsbereich zu untersuchen, ist kritisch zu hinterfragen. Hier wäre es für zukünftige Untersuchungen ggf. ratsam, einzelne Branchen zu betrachten, um einen in sich kohärenten Begriff eines Massenprozesses auch von der Operationalisierung mit Zahlen her fassbar zu machen.

## 6 Literatur

- [1] Abele, P.; Hurtienne, J.; Prümper, J. (2007): „Usability Management bei SAP-Projekten“ Vieweg, Wiesbaden.
- [2] Allweyer, T. (2005): „Geschäftsprozessmanagement. Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling“ W3L, Herdecke, Bochum.
- [3] APQC (2007): „Supply Chain Definitions and Key Measures – Version 1.0.0.“ Houston, USA.
- [4] Aversano, L.; Bodhuin, T.; Canfora, G., Tortorella, M. (2004): "A Framework for Measuring Business Processes Based on GQM," Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04).
- [5] Becker, J.; Kahn, D. (2008): „Der Prozess im Fokus“ in: Becker, Jörg; Kugeler, Michael; Rosemann, Michael (Hrsg.): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 6. Auflage, Springer, Berlin et al.: S. 3-16.
- [6] Becker, J.; Poeppelbuss, J.; Venker, D.; and Schwarze, L. (2011): "Industrialisierung von IT-Dienstleistungen: Anwendung industrieller Konzepte und deren Auswirkungen aus Sicht von IT-Dienstleistern" (2011). Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011.
- [7] Binder, B. (2003): „Prozessorientiertes Performance Measurement.“ Gabler, Wiesbaden, S. 68.
- [8] Bitting, H.; Rothfuß, V.; Thoene, J.; Steinbeck, W. (2009): „Die Rolle und Strukturen der Marktfolge deutscher Banken“, Kienbaum Management Consultants GmbH, Frankfurt.
- [9] Bortz, J.; Döring N. (2006): „Forschungsmethoden und Evaluation.“ Springer, Heidelberg, S. 672-674.
- [10] vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Riemer, K.; Plattfaut, R.; Cleven, A. (2009): "Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process" in: Newell, S. (Eds.), Whitley, E. (Eds.), Pouloudi, N. (Eds.), Wareham, J. (Eds.), and Mathiassen, L. (Eds.), 17th European Conference On Information Systems, Verona, 2009.
- [11] Bullinger H.; Schreiner, P. (Hrsg) (2002): „Business Process Management Tools - Eine evaluierende Marktstudie über aktuelle Werkzeuge“, Fraunhofer Institut Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart.

- [12] Cooper, H. (1982): "Scientific guidelines for conducting integrative research reviews" in: Review of Educational Research 52.
- [13] Davenport, T. (1992): "Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology" Harvard Business School Press, Boston.
- [14] Davenport, T. (2005): "The Coming Commoditization of Processes" in Harvard Business Review, (June).
- [15] Gaitanides, M. (2007): „Prozessorganisation“ München, Franz Vahlen.
- [16] González, L.; Rubio, F.; González, F.; Velthuis, M. (2010): "Measurement in business processes: a systematic review" Business Process Management Journal, Vol. 16, Issue 1, S.114-134.
- [17] Hammer, M.; Champy, J. (1995): "Business Reengineering. Die Radikalkur für das Unternehmen" Campus-Verlag, 5. Aufl., Frankfurt, New York.
- [18] Hauser, C. (1996): „Marktorientierte Bewertung von Unternehmensprozessen“, Diss Univ. St. Gallen.
- [19] Hennig-Thurau, T.; Walsh, G.; Schrader, U. (2004): VHB- JOURQUAL: Ein Ranking von betriebswirtschaftlich- relevanten Zeitschriften auf der Grundlage von Expertenurteilen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jahrgang 56, 520-543.
- [20] Kern, H.; Schumann, M. (1984): "Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion: Bestandsaufnahme, Trendbestimmung" Beck, München.
- [21] Loos, P. (1996): „Workflow und industrielle Produktionsprozesse - Ansätze zur Integration“ in: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 123, Januar, Saarbrücken.
- [22] Mörschel, I.; Kopperberger, D. (2004): „Integriertes Kennzahlensystem für die Bewertung von Dienstleistungen“ in: (Hrsg.) Scheer, A.-W. und Spath, D. (2004): „Computer Aided Service Engineering“ Springer Verlag, Heidelberg, S. 121-143.
- [23] Müller, B.; Stolp, P. (1999): „Workflow-Management in der industriellen Praxis: Vom Buzzword zum High-Tech-Instrument“ Springer, Berlin et al.
- [24] Picot, A.; Rohrbach, P. (1995): „Organisatorische Aspekte von Workflow-Management-Systemen“ in: Information Management, Heft 1; S. 28-35.
- [25] Picot, A.; Reichwald, R. (1987): „Bürokommunikation - Leitsätze für den Anwender“, Halbergmoos.
- [26] Reijers, H.; Song, M.; Jeong, B. (2007): "On the Performance of Workflow Processes with Distributed Actors: Does Place Matter?", Proceedings of the International Conference on Business Process Management (BPM), S. 32-47.
- [27] Scheer, A. (1995) (Hrsg.): Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 122, Saarbrücken.
- [28] Scheer, A. (1997): „Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse“ Springer, Berlin et al.
- [29] Scheer, A.; Nüttgens, M.; Zimmermann, V.: "Rahmenkonzept für ein integriertes Geschäftsprozeßmanagement" in: Wirtschaftsinformatik 37 (1995), Nr. 5, S. 426-434.

- [30] Schmelzer, H.; Sesselmann, W. (2008): „Geschäftsprozessmanagement in der Praxis“ Hanser, München.
- [31] Schnell, R.; Hill, P.; Esser, E. (1995): „Methoden der empirischen Sozialforschung“ 5. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage. Oldenbourg Verlag, München et al.
- [32] Schumm, D.; Anstett, T.; Leymann, F.; Schleicher, D.; Strauch, S. (2010): „Essential Aspects of Compliance Management with Focus on Business Process Automation“ Proceedings of the 3rd International Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2010, S. 127-138.
- [33] Schwarz, J. (2000): „Mass Customization von Prozessen durch Unternehmensportale“, Information Management & Consulting, 15. Jg., Heft 2, S. 40-45.
- [34] Schwegmann, A., Laske, M. (2010): „Istmodellierung und Istanalyse“ in: Becker et al (Hrsg.), Prozessmanagement, Berlin, Springer, 2011, S. 155-184.
- [35] Schwickert, A.; Fischer, K. (1996): „Der Geschäftsprozess als formaler Prozeß – Definition, Eigenschaften, Arten“ Arbeitspapiere WI, Nr. 4, Universität Mainz, Mainz.
- [36] SEI (2009): „CMMI for Services, Version 1.2.“ Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- [37] Shin, N.; Jemella, D. (2002): "Business process reengineering and performance improvement: The case of Chase Manhattan Bank" Business Process Management Journal, Vol. 8, Issue 4, S. 351-363.
- [38] Staniszki, W. (2007): "Modelling business process performance", BPSC, S. 20-34.
- [39] Stohr, E.; Zhao, J. (2001): "Workflow Automation: Overview and Research Issues" Information Systems Frontiers, Vol. 3, No. 3, S. 281-296.
- [40] Thom, L.; Reichert, M.; Chiao, C.; Iochpe, C.; Hess, G. (2008): „Inventing Less, Reusing More, and Adding Intelligence to Business Process Modeling“ in: (Hrsg.) Bhowmick, S. S., Küng, J. und Wagner, R. (2008): Database and Expert Systems Applications, 19th International Conference, DEXA 2008, Springer, Turin, Italy, S. 837-850.
- [41] TR (2011): "Wettbewerb im Billing: Etablierte und neue Wettbewerber in der Energieabrechnung", trend research – Institut für Trend- und Marktforschung, Bremen, Köln, Stuttgart.
- [42] van der Aalst, W.; ter Hofstede, A.; Weske, M. (2003): „Business process management: A survey.“ in: Proceedings of the Business Process Management: International Conference, Eindhoven, Niederlande, S. 305.
- [43] Vanderhaeghen, D.; Zang, S.; Scheer, A. (Hrsg.) (2005): „Interorganisationales Geschäftsprozessmanagement durch Modelltransformation“ Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 182, Saarbrücken.
- [44] Wagner, J.; Lauer, Y. (2008): „ARIS-Einsatz im Rahmen des Co-Designs von Software und Dienstleistungen“ in: (Hrsg.) Fähnrich, K.-P. und van Husen, C. (2008): „Entwicklung IT-basierter Dienstleistungen“, Physica-Verlag, Heidelberg, S. 157-171.
- [45] Wetzstein, B.; Ma, Z.; Leymann, F. (2008): „Towards Measuring Key Performance Indicators of Semantic Business Processes“ Proceedings of 11th International Conference on Business Information Systems, Innsbruck, Austria, Springer, S. 227-238.

# Investigating Technology Acceptance of Mobile Payment in Germany and the USA

**Rouven-Benjamin Wiegard**

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik,  
30617 Hannover, E-Mail: [wiegard@iwi.uni-hannover.de](mailto:wiegard@iwi.uni-hannover.de)

**Nadine Guhr**

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik,  
30617 Hannover, E-Mail: [guhr@iwi.uni-hannover.de](mailto:guhr@iwi.uni-hannover.de)

**Tai Loi**

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik,  
30617 Hannover, E-Mail: [loi@iwi.uni-hannover.de](mailto:loi@iwi.uni-hannover.de)

**Michael H. Breitner**

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik,  
30617 Hannover, E-Mail: [breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de)

## Abstract

In today's mobile world there is a high potential for M(obile)-payment services, but the mere existence of such services does not mean market readiness. Added values of M-payment are necessary to attract new users. The aim of this work is to investigate whether M-payment is or can be accepted by the consumers. We will determine the technology acceptance of consumers, face to face with the M-payment for Germany and the USA. For this purpose, we will carry out a technology acceptance analysis using a structural equation modeling technique. The constructs of the research model arise from the findings of an explorative study and a literature review. The results of an extended technology acceptance model (TAM) based evaluation shows, that user acceptance of M-payment, especially the influence of the constructs, perceived ease of use and willingness-to-pay differ to the intention to use.

## 1 Introduction

Mobility has become an essential part not only in our everyday life, but also in the global economic market. Being available and able to operate at "anytime" and "anywhere" is a feature of nowadays' world [31]. Ubiquity and flexibility are just a few keywords distinguishing

the economy. Out of this, the adoption of mobile information and communication technologies arise with an increasing rate, allowing the users to bridge areal distances and their stationary dependency. M-payment is one of these future business models allowing consumers to do designate electronic payments via their mobile devices [22]. Money and the way to pay have always been playing an important role in the history of mankind. In today's society where people are under time pressure mobile payment has the possibility to make life easier by making payment more convenience. If implemented correctly M-payment could make long queues at checkouts or ticket automats a relic of the past and could also make payments more convenient in general, such as, to transferring money to one's family or friends, M-payment enables new opportunities in everyday life. The possibilities and opportunities are huge and M-payment has a realistic chance to become the future standard payment method. So far M-payment has been only successful in certain countries. Hence, the success or failure of a mobile service, such as M-payment, depends on the acceptance of the consumer [27]. Without the consumer's acceptance innovations will fail, as the past has already shown. Increasing acceptance of M-payment methods have been experienced in the recent years, but in the US, the potential of M-payment is still largely unexplored.

Therefore, the fundamental question that motivated this study is which factors determine the consumers' acceptance of M-payment and which differences occur between Germany and the USA. For this purpose, we carry out an extended technology acceptance analysis. Structural equation modeling (SEM) techniques were accomplished for measurement validation and model testing by using SmartPLS (Partial Least Squares). The constructs of the research model we use, arise from the findings of an explorative study and a literature review. This study not only proposes and validates a theoretical model for technology acceptance of M-payment, but also gives the answer to how M-payment technologies can add an additional value for the consumer. This study concentrates on what desires and preferences the consumers have and which aspects need to be improved to increase the acceptance. The results and the indicators will be compiled to finally derive recommendations for action.

## 2 Literature Review

There are a number of different definitions of M-payment in literature. The most common definition is that "M-payment is a point-of-sale payment made through a mobile device, such as a cellular telephone, a smartphone or a personal digital assistant (PDA)" [14]. Summarized M-payment can be understood as the type of payment process, in which the user initiates, authorizes or realizes the payment with the use of mobile communications technologies via mobile device. Hence, M-payment can be understood as a subset of mobile commerce, since it plays a major role for the handling of mobile commerce, while mobile commerce is not only limited to M-payment. Furthermore M-payment can be demarcated from mobile billing, since mobile billing is limited to the billing of telecommunications services through a mobile operator [36]. M-payment is not only limited to mobile web purchases. M-payment can also include transactions to the physical world such as the interaction with vending machines or to other persons. The M-payment vision is to replace the wallet by the mobile phone, including all important information which is carried in a wallet, such as the ID card, driving license etc. [3].



M-payment offers users a variety of payment options. In the literature the most common classification are, the time, when the payment occurs, the amount of the payment and the method for the billing process [34]. Nowadays, there exist many examples of successful M-payment applications such as the mobile content market which has developed into a billion dollar business [29], PayPal Mobile [40] or use of M-payments in public transportation [26]. Technically the M-payment can occur via text message, GPRS, UTMS, WAP, as well as radio waves with a short distance range, such as NFC, RFID etc. [2]. Most existing studies on M-payment consider the technical aspects of payment processes [20],[6], but this study aims to provide theoretical contribution to the sector of M-payment by identifying some of the factors that determine consumer acceptance of M-payment. Consumer adoption behavior is one of the key issues and we need to ask why new mobile payments will or will not be used by their intended users [15]. Previous studies in the sector of consumer acceptance and adoption have focused on Costs [23],[28],[19], Convenience [4],[8], Security [41],[12] Trust [28],[8], Ease of use and Usefulness [37],[41],[12],[19]. Most of the studies come to the result that M-payment applications should be convenient, easy to use and even cause little or no additional costs to consumers. Therefore, in our study we also examine the willingness to pay for M-payment applications and the general attitude towards new technologies to identify the most important factors influencing the consumer acceptance of M-payment. In recent years, studies on the acceptance of M-payment in Germany [33] and the USA [12],[4] have already been carried out. The advantage of this present study is that it also compares the two countries and determines important differences and factors influencing the technology acceptance of M-payment.

### 3 Research Method

The TAM is an IS theory that models how users accept and use a technology. The TAM was originally introduced and developed by Davis [9] and further developed by a variety of authors. Two critical success factors (CSF) determine user acceptance:

- Perceived usefulness (PU) is defined as the prospective user's subjective probability that using a specific application system will increase his or her job performance within an organizational context.
- Perceived ease-of-use (PEOU) refers to the degree to which the prospective user expects the target system to be free of effort.

In an empirical study, Davis et al. [10] determined that the frequency and intensity of use of computer technology can be reasonably well predicted from a person's intentions. PU is a major determinant of people's intention to use computer technology (INTUSE) and PEOU is a significant secondary determinant of their intention to use. Beyond PU and PEOU, the user's attitude towards using technology influences INTUSE, which is then influenced by PU and PEOU. The explanatory power of TAM is just as good as without regarding the originally included construct of 'attitude towards using' [38]. Therefore, we propose the following hypotheses:

- H<sub>1</sub>: PEOU will have a positive effect on PU.
- H<sub>2</sub>: PEOU will have a positive effect on INTUSE.
- H<sub>3</sub>: PU will have a positive effect on INTUSE.

To identify further important CSF's influencing the technology acceptance of M-payment, we interviewed eleven experts from the field of M-payment. Sampling includes respondents from different countries and different M-payment sectors such as M-payment providers, financial institutions, mobile network providers, professors and experts. The explorative interviews were anonymous and conducted on a qualitative basis. The respondents made statements to their experiences and expectations with M-payment. Thereby, all results were summarized in uniform statements and have been evaluated. If there were questions the experts could not answer with certainty, they were asked to give an estimate. Next to the explorative survey we gathered the most important and most consistent positions from the literature to adjust them with the results of the explorative survey, which leads to the additional constructs "Trust" (TR), "Security" (SEC), "New Technologies" (NEW\_TECH), "Willingness to Pay" (WTP). Based on these constructs we conducted a quantitative study, using a technology acceptance analysis for Germany and the USA, to investigate the consumer acceptance of M-payment. As a result of an online survey we received 128 respondents from Germany and 64 respondents from the USA.

In addition to PEOU and PU, the first construct which will be considered in the research model is TR. This construct is therefore so important because the mobile internet and the M-payment is a very recent phenomenon and it is therefore even more important to identify the determinants influencing the trust of consumers for M-payment system and to providers [24]. Innovations are mostly associated with trust, uncertainty and risk. Trust is the key for a successful and long relationship with consumers. Trust takes a long time to build, can be easily destroyed, and is hard to regain. More trust in the M-payment system will also increase the intention to use M-payment as well.

- H<sub>4</sub>: TR will have a positive effect on INTUSE.

Trust in the M-payment systems or provider depends on indicators such as, anonymity, security, reputation of the mobile payment provider, reliability and the amount of control the user has regarding M-payment [41]. Since trust and security are in interaction with each other, the next logical construct we will consider in our research model is SEC. Security concerns are the extent to which the prospective user is concerned about the following security aspects relevant to M-payment [2]. A secure M-payment transaction must secure the following four elements: 1) *Authentication*, data exchanged during the transaction will be restricted to legitimate users only, 2) *Confidentiality*, data exchanged during the transaction can only be read and understood by intended users, 3) *Non-repudiation*, participants of the transaction cannot deny their participation in the transaction and 4) *Data integrity*, data exchanged during the transaction is accurate [12]. Based on these four elements three important items were derived to cover different aspects of the security construct and examine the following hypothesis.

- H<sub>5</sub>: SEC will have a positive effect on INTUSE.

A consumer who is confronted for the first time with a new technology has three options to meet it: 1) he can simply ignore it, 2) he can extensively deal with the innovation to acquire additional information about it, or 3) he can draw conclusions based on its existing knowledge about the new technology [30]. Therefore, the attitude towards NEW\_TECH plays an important role for the future use of this technology.

- H<sub>6</sub>: NEW\_TECH will have a positive effect on INTUSE.

The introduction and use of M-payment is associated with costs, particularly with additional costs such as text messaging prices and fees for using M-payment. The consumers in the market each have a maximum amount of money they are willing to pay for each of the products. To find out what the consumer accepts for additional cost, the construct WTP is added to the research model.

- H<sub>7</sub>: WTP will have a positive effect on INTUSE.

The following table presents the demographic data of the respondents from Germany and the USA.

Germany N = 128 / USA N = 64				
Gender	GER	USA	%GER	%USA
female	73	37	57	57,8
male	55	27	43	42,2
Age				
<18	10	12	7,8	18,8
18-25	53	33	41,4	51,6
26-35	36	5	28,1	7,8
36-45	19	5	14,8	7,8
46-60	8	7	6,3	10,9
>60	2	2	1,6	3,1
Net income per month in €				
<500	35	13	27,3	20,3
500-1500	31	10	24,2	15,6
1501-3000	27	14	21,1	21,9
>3000	12	8	9,4	12,5
not specified	23	19	18	29,7
Profession				
student	45	33	35,2	51,6
employee	49	15	38,3	23,4
public officer	10	1	7,8	1,6
self employed	10	10	7,8	15,6
pension	3	0	2,3	0
not specified	11	5	8,6	7,8

**Table 1: Demographic Data**

## 4 Measurement and Model Testing

Measurement validation and model testing were conducted using SmartPLS (Partial Least Squares), a variance analytical structural equation modeling technique that utilizes a component-based approach to estimation. In general, SEM is a technique for testing hypothesized relationships among variables by estimating a series of independent, separate multiple regressions. We choose SEM because SEM provides the researcher with the flexibility to model a relationship among criterion variables and multiple predictors, such as model errors in measurements for observed variables, to design unobservable latent

variables, and statistically test a priori theoretical and measurement assumptions against empirical data [5]. PLS uses a least squares estimation procedure, allowing the flexibility to represent both reflective and formative latent constructs, while placing minimal demands on measurement scales and distributional assumptions [5]. Thus SmartPLS was used to perform the analysis.

Firstly, the reflective construct intention to use (INTUSE) is analyzed. In this context we have examined the composite reliability, and the convergent and discriminate validity. The composite reliability (also known as internal consistency reliability-ICR) is similar to the Cronbach's alpha and measures its internal consistence, "except that the latter presumes, a priori, that each indicator of a construct contributes equally (i.e., the loadings are set equal to one). Fornell and Lacker [17] argued that their measure is superior to Cronbach's alpha because it uses the actual item loadings obtained within the nomological network to calculate internal consistency reliability. This measure, which is unaffected by scale length, is more general than Cronbach's alpha, but the interpretation of the values obtained is similar ad the guidelines offered by Nunnally can be adopted" [21]. ICR should be 0.70 or higher [13]. The value is above the threshold, so that the internal consistency reliability is given. Convergent and discriminant validity was assessed by the average variance extracted (AVE). AVE represents the overall amount of variance in the indicators accounted by the latent construct. The reported values provide evidence of discriminant and convergent validity since the AVE is well above the recommended level of 0.50 [1]. The AVE values for all constructs in this model are higher than the recommended threshold value of 0.50, suggesting the convergent validity of the scale [1]. Table 2 shows internal consistency reliabilities and convergent and discriminant validities for the research data. The KMO value should be at least 0.5 [5],[16],[35]. Here the KMO is 0.500 for the whole reflective measurement model. Overall, the evidence of reliability, convergent validity, and discriminant validity indicates that the measurement model was appropriate for testing the structural model at a subsequent stage.

Con- struct	GER		USA		Indi- cator	Factor- loadings GER	Factor- loadings USA	KMO GER	KMO USA
	ICR	AVE	ICR	AVE					
INTUSE	0.0.913798	0.841418	0.923704	0.858227	INT1	0.946473	0.931007	0.500	0.500
					INT2	0.887143	0.921782		

**Table 2: Validity and Reliability Criteria for Reflective Measurement Models**

In the next step, the formative constructs of the model are analyzed. In this case, formative indicators reflect the idea that "..., indicators could be viewed as causing rather than being caused by the latent variable measured by the indicators" [25]. For this purpose, the variance inflation factor (VIF), which assesses the degree of multi-collinearity of formative measurement models, in samples, both from Germany and USA have to be controlled. In the literature, a VIF-value of  $\leq 10$  is assumed as cut-off-criteria [39],[13]. The highest VIF calculated for Germany is 5.814 and for USA is 7.812, thus both are below the cut-off-criteria of  $VIF_i > 10$ . In the next step, the measurement model was tested, to specify the relationship among the measures underlying each construct. The results are shown in Table 3.

GER					USA				
<i>Latent variable</i>	<i>Item</i>	<i>Weight</i>	<i>t-value</i>	<i>Sig.</i>	<i>Latente variable</i>	<i>Item</i>	<i>Weight</i>	<i>t-value</i>	<i>Sig.</i>
TRUST	TR1	0.866	33.553	***	TRUST	TR1	0.912	4.583	***
	TR2	0.784	17.266	***		TR2	0.796	3.758	***
	TR3	0.900	55.830	***		TR3	0.887	4.686	***
	TR4	0.605	45.113	***		TR4	0.800	3.528	***
	TR5	0.834	17.308	***		TR5	0.903	5.049	***
	TR6	0.864	21.559	***		TR6	0.903	4.913	***
PU	PU1	0.663	5.457	***	PU	PU1	0.825	13.953	***
	PU2	0.835	13.124	***		PU2	0.908	30.268	***
	PU3	0.906	27.863	***		PU3	0.928	45.064	***
PEOU	PEOU1	0.899	20.885	***	PEOU	PEOU1	0.916	11.537	***
	PEOU2	0.910	25.900	***		PEOU2	0.927	11.924	***
	PEOU3	0.927	31.444	***		PEOU3	0.898	12.227	***
SEC	SEC1	0.889	3.810	***	SEC	SEC1	0.942	4.121	***
	SEC2	0.919	3.563	***		SEC2	0.946	3.669	***
	SEC3	0.546	1.816	n.s.		SEC3	0.624	2.162	*
NEW_TECH	NT1	0.960	2.550	**	NEW_TECH	NT1	0.878	1.645	n.s.
	NT2	0.372	0.870	n.s.		NT2	-0.451	0.816	n.s.
WTP	WTP1	0.045	0.108	n.s.	WTP	WTP1	0.842	6.948	***
	WTP2	0.992	2.366	**		WTP2	0.707	3.894	***
Sig.:***: p < 0.001; **: p < 0.01; *: p < 0.05; n.s.: no significance									

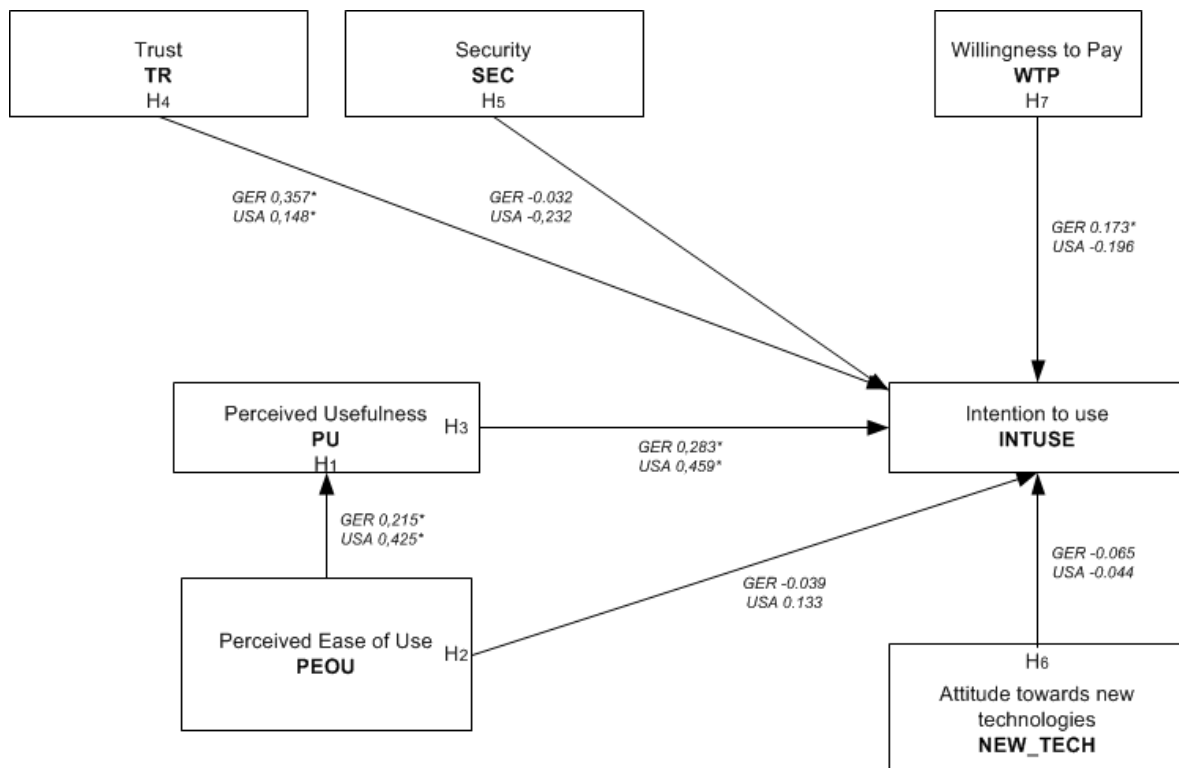
Table 3: Results of the Measurement Model Test – Formative Indicator Weights

## 5 Results, Discussion, Limitations and Further Research

### 5.1 Results and Discussion

To provide an overview SmartPLS was used to test a structural model. The path's coefficients for the research model are shown in Figure 1. To get valid results, the bootstrapping resampling procedure with 1000 resamples and 128 cases for Germany and 1000 resamples and 64 cases for the USA are used. The reason is to obtain estimates of standard errors for testing the statistical significance of path coefficient using the t-test. Out of the 24 indicators chosen for the analysis, five indicators for Germany and six indicators for USA are not significant. H1 predicts that PEOU will have a positive effect on PU. This hypothesis is supported by the data for both countries. For Germany, the hypothesis is supported ( $\beta=0.215$ ;  $t\text{-value}=2.576$ ,  $p<0.01$ ) and for USA the hypothesis is supported as well ( $\beta=0.425$ ;  $t\text{-value}=3.005$ ,  $p<0.01$ ). H2 predicts that perceived ease of use will have a positive effect on the intention to use M-payment. This hypothesis is supported by the data for both countries. From table 3 it becomes clear that the indicator PEOU3 ( $\beta=0.927$ ) for Germany und PEOU2 ( $\beta=0.927$ ) for USA have the strongest positive influence on intention to use with a significance level of  $p<0.001$ . In contrast to Germany, PEOU3 for the USA ( $\beta=0.898$ ) is the weakest positive effect towards intention to use M-payment by having a significance level of  $p<0.001$ . This effect is in total the weakest from all three

measured indicators. PEOU was operationalized by three indicators, which all have a strong positive influence on PU and are highly significant with  $p < 0.001$ . Thus, the consumers of both countries admit that the hypothesis perceived ease of use has a positive influence on the intention to use M-payment. This hypothesis is significant but with a weak path coefficient.



**Figure 1: Research Model - Results**

**H<sub>3</sub>** predicts that PU will have a positive effect on INTUSE. The strongest effect has PU3 (GER:  $\beta=0.906$ ;  $t\text{-value}=27.863$  and USA:  $\beta=0.928$ ;  $t\text{-value}=45.064$ ) for both countries. It shows that for Germans and Americans the most important aspect is to save time by using M-payment. This can be seen as a big advantage of mobile payment [26]. In comparison to consumers in the USA, it can be seen that Germans do not view the M-payment as having an added value. This may result in the fact that many Germans are still using cash-money, compared to Americans, who mostly use credit-cards. **H<sub>4</sub>** describes the effect from perceived trust with the intention to use M-payment. The construct consists of six indicators to measure, whether the consumers trust in M-payment services and/or applications or not. The study shows a positive influence for Germany ( $\beta=0.357$ ) and for the USA a weak positive influence ( $\beta=0.148$ ), and both having high significance. In Germany, this may result because of the aspect that M-payment is not very well known at all. **H<sub>5</sub>** predicts that security will have a positive influence on the intention to use M-payment. As figure 1 show, the hypothesis could not be supported for the USA and for Germany as well. The construct security was operationalized by three indicators, of which only the first two indicators are highly significant. The third indicator demonstrates that the negative estimation towards security factors influences the intention to use M-payment negatively. This applies to both countries. **H<sub>6</sub>** describes whether the attitude towards new technologies plays a role for the future use of M-payment. The hypothesis assumes that this attitude has a positive effect on the intention to use M-payment. For both countries this hypothesis can be rejected.

The negative path coefficient (GER:  $\beta = -0.065$ ; USA:  $\beta = -0.044$ ) highlights the negative influence, which is not significant.  $H_7$  predicts a positive influence of the consumer's willingness to pay with the intention to use M-payment. This hypothesis can be supported for Germany but not for USA as already seen in figure 1. The positive influence which can be seen for Germany may result because consumers who are willing to pay for M-payment service are more likely to use the service. On the other hand, it can be seen that the negative path coefficient

(USA:  $\beta = -0.196$ ) shows that Americans are not willing to pay additional costs as much as Germans, for M-payment services. For Germany and the USA, four of seven hypotheses can be supported. Security and the attitude towards new technologies affect the intention to use negatively for both countries. Two constructs, perceived ease of use and willingness to pay, differ. For the perceived ease of use, Germany shows a slightly negative influence towards intention to use, while for the USA the influence of perceived ease of use is positive. For willingness to pay it is the opposite. Germany shows a positive and the USA a negative path coefficient. Considering our study, we can point out that the Americans demand a stronger perceived ease of use than the Germans do, while the Americans willing to pay less and Germans willing to pay more with M-payment. The payment habits differ for both countries.

## 5.2 Limitations and Further Research

The generalizability of this study to M-payment is limited due to the following reasons. Firstly, this study considered the adjustment of users in Germany and the USA, but different countries have notable differences caused by cultural and economic differences. Countries such as Kenya as a developing country or South Korea and Japan, which are currently considered as the most advanced along with the USA and Europe (e. g. Finland) coming second and third, are not taken into account. Further research is therefore required to further test and validate the findings of this study in other countries. Secondly, this study does not include other CSF's such as subjective norm, psychological and environmental CSF's or factors such as information and system quality which are the factors affecting the information system success [11]. Furthermore, M-payment as a subset of mobile applications, which are then a subset of computer technology can provide an ensemble of other values that cannot be provided by e. g. paying cash or credit card: firstly, it is possible to pay location-independent ('anywhere paying'), secondly, M-payment can provide the user the freedom to pay without any time-restrictions (anywhere paying) as it would be due to normal banking hours.

In the past, the focus was on the technical aspect for the implementation of M-payment. However, for the success and user acceptance of M-payment, the essential requirement is to understand and design mobile payment from the consumers' point of view, without obeying technical aspect. Ultimately, the user acceptance arises only, if M-payment fulfills the requirements, and minimizes existing concerns, prejudices and fears and creates an additional benefit for the consumer. Thus it can be noted, that for the success of mobile payment, the consumer requirements have to be adapted to country-specific scenarios, so that M-payment can prevail in the near future. M-payment providers should consider the following factors: security, trust and willingness to pay when implementing the system. The explorative survey, the literature review and the market study have pointed out that the

respondents are concerned about these three factors. At the moment the readiness to accept M-payment is approximately balanced in Germany and the USA.

Future research in this area includes a quantitative analysis of other countries, as mentioned above. Furthermore, it is important to think about the research model and other constructs which influence the acceptance of M-payment. One of the highest priorities is to also add value for the consumers and to spread the m-payment methods also beyond cities, to increase acceptance through the whole population.

## 6 References

- [1] Bhattacharjee, A; Premkumar, G (2004): Understanding changes in belief and attitude toward information technology usage: A theoretical model and longitudinal test. *MIS Quarterly* 28(2):229-254.
- [2] Buse, S; Tiwari, R (2008): *Perspektiven des Mobile Commerce in Deutschland, Grundlagen, Strategien, Kundenakzeptanz, Erfolgsfaktoren*. Shaker-Verlag, Aachen.
- [3] Candace, DP (2005): *E-Commerce belief and M-Commerce Technologies*, IRM Press: 60-61.
- [4] Chen, L-D (2006): Attitude toward information technology usage: A theoretical model of consumer acceptance of mPayment. In: Romano Jr., N (Ed.), *Proceedings of the 12th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. Acapulco, Mexico.
- [5] Chin, WW (1998): Issues and Opinion on Structural Equation Modeling. *MIS Quarterly* 22(1):7-16.
- [6] Chou, Y; Lee, C; Chung, J (2004): Understanding m-commerce payment systems through the analytic hierarchy process. *Journal of Business Research* 57(12): 1423-1430.
- [7] Cureton, EE; D'Agostino, RB (1983): *Factor Analysis – An Applied Approach*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, New Jersey.
- [8] Dahlberg, T (2006): Understanding changes in consumer payment habits – do mobile payments attract consumers? In: *Presentation at Helsinki Mobility Roundtable*, Helsinki, Finland, June 1-2.
- [9] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3):318-340.
- [10] Davis, FD; Bagozzi, RP; Warshaw, PR (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35(8): 982-1003.
- [11] DeLone, WH; McLean, ER (1992): Information Systems Success: The Quest for the Dependant Variable. *Information Systems Research* 3(1):60-95.
- [12] Dewan, SG; Chen, L (2005): Mobile Payment adoption in the US. A cross-industry cross-platform solution. *Journal of Information and Privacy*. USA.
- [13] Diamantoloulos, A; Riefler, P; Roth, KP (2008): Advancing formative measurement models. *Journal of Business Research* 61(2008):1203-1218.



- [14] Ding, MS; Unnithan, CR (2004): Mobile Payments (M-payments) - An Exploratory Study of Emerging Issues and Future Trends. In: Deans, PC (Ed.): E-Commerce and M-Commerce Technologies. Hersey u.a.:57-79.
- [15] Edgar, Dunn, and Company (2007): Mobile financial services study.
- [16] Fishbein, M; Aijzen, I (1975): Beliefs, Attitude, Intention and Behaviour: An Introduction to Theory and Research, Reading, 1975, MA: Addison-Wesley.
- [17] Fornell, C; Larcker, DF (1981): Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. Journal of Marketing Research 18: 39-50.
- [18] Gliem, JA; Gliem RR (2003): Calculating, interpreting, and reporting Cronbach`s alpha reliability coefficient for likert-type scales. Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education, October 8-10. Ohio State University, Columbus.
- [19] Goecke, L; Pousttchi, K (2010): A scenario-based analysis of mobile payment acceptance, Ninth International Conference on Mobile Business. Athen, June 13-15.
- [20] Herzberg, A (2003): Payments and Banking with Mobile Personal Devices. Communications of the ACM 46(5):53-58.
- [21] Howell, JM; Avolio, BJ (1993): Transformational Leadership, Transactional Leadership, Locus for Control, and Support for Information: Key Predictors of Consolidated-Business-Unit Performance. Journal of Applied Psychology 78(6):891-902.
- [22] Hu, WC; Lee, CW; Kou, W (2005): Advances in Security and Payment Methods for Mobile Commerce, Idea Group Publishing, Hershey/ London/ Melbourne/ Singapoure.
- [23] Kleijnen, M; Wetzels, M; de Ruyter, K (2004): Consumer acceptance of wireless finance, Journal of Financial Services Marketing 8(3): 206-217.
- [24] Lee, M; Turban, E (2001): A Trust Model for Consumer Internet Shopping. In: International Journal of Electronic Commerce 6(1): 75-91.
- [25] MacCallum, C; Browne, MW (1993): The Use of Causal Indicators in Covariance Structure Models: Some Practical Issues. Psychological Bulletin 114(3):533-541.
- [26] Mallat, N; Rossi, M; Tuunainen, VK (2004): Mobile banking services. Communications of the ACM 47(5):42-46.
- [27] Mallat, N; Dahlberg, T (2005): Consumer and merchant adoption of mobile payment solutions. In: Managing business in a multi-channel world: Success factors for e-business. Hershey, PA 17033, USA. Idea Group Publishing: 8.
- [28] Mallat, N; Rossi, M; Tuunainen, V; Öörni, A (2006): The Impact of Use Situation and Mobility on the Acceptance of Mobile Ticketing Services. Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences.
- [29] Menke, L; de Lussanet, M (2006): SMS-based mobile payment. Popular with the young. Forrester Research.
- [30] Mukherjee, A; Hoyer, WD (1999): The Effect of Novel Attributes on Product Evaluation. Moderating Role of Complexity, Association for Consumer Research, Columbus.

- [31] Paavilainen, J (2002): *Mobile Business Strategies. Understanding the Technologies and Opportunities* (Wireless Press), Addison-Wesley Longman, Amsterdam, Netherlands.
- [32] Peleschka M (2006): *Near Field Communication (NFC) als weiterer Baustein des Pervasive Computing*, Wien, Austria.
- [33] Pousttchi, K; Wiedemann, DG (2007): *Success Factors in Mobile Viral Marketing. A Multi-Case Study Approach*, MPRA Paper 5736, University Library of Munich, Germany.
- [34] Schulenburg, H (2008): *Die Zukunft des Mobile Commerce*, Kontor Verlag, Hamburg: 76ff.
- [35] Streiner, DL (2003): *Starting at the Beginning: An Introduction to Coefficient Alpha and Internal Consistency*. *Journal of Personality Assessment* 80(1):99-103.
- [36] Turowski, K; Pousttchi, K (2004): *Mobile Commerce. Grundlagen und Techniken*, Springer Verlag Berlin Heidelberg:164-165.
- [37] Van der Heijden, H (2002): *Factors affecting the successful introduction of mobile payment systems*. *Proceedings of the 15th Bled eCommerce Conference*, Bled, Slovenia, June 17-19.
- [38] Venkatesh, V et al. (2003): *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. *MIS Quartely* 27(3):425-478.
- [39] Weiber, R; Mülhhaus, D (2010): *Strukturgleichungsmodellierung – Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS*, Springer, Heidelberg.
- [40] Wolfe, D (2007): *The tech scene. PayPal, Skype link a play for remittances*. *American Banker* 172 (37), 1.
- [41] Zmijewska, A; Lawrence, E; Steele, R (2004): *Towards understanding of factors influencing user acceptance of mobile payment systems*. *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet*. Sydney: 273-275.

**Teilkonferenz**

**Digitale Dienstleistungen**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Digitale Dienstleistungen**

**Thomas Hess**

LMU München, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, 80539 München,  
E-Mail: [thess@bwl.lmu.de](mailto:thess@bwl.lmu.de)

Die IT-Nutzung hat in den Dienstleistungsbranchen durchaus Tradition. Man denke nur an Banken und Versicherungen, die schon frühzeitig viel in die Automatisierung ihrer Prozesse und ggf. auch in neue Dienstleistungen investiert haben. Immer aber verblieb ein nicht-digitaler Teil der Dienstleistung – und wenn es z.B. „nur“ Veränderungen auf Konten waren. Bei digitalen Dienstleistungen ist dies anders, dort wird die Dienstleistung vollständig über Kommunikationssysteme angeboten. Derartige Dienstleistungen stehen im Zentrum dieser Teilkonferenz. Die Teilkonferenz umfasst 30 Beiträge, die aus 54 Einreichungen ausgewählt wurden. Die Beiträge lassen sich in vier thematischen Blöcken zusammenfassen.

Im ersten Block geht es um die Vermittlung von Wissen und Fertigkeiten, unter dem Schlagwort e-learning ein schon länger etabliertes Forschungsfeld der Wirtschaftsinformatik. Die sieben akzeptierten Beiträge dieses Blocks beschäftigen sich mit den Potentialen neuer Technologien in diesem Feld, mit den darauf aufbauenden neuen Lehr-Lern-Arrangements und auch mit deren Einbettung in Organisations- und Steuerungskonzepte. Ergänzend wird über Erfahrungen mit der Nutzung konkreter Systeme in der Lehre berichtet.

Im zweiten Block dieser Teilkonferenz geht es primär um die Bereitstellung von Unterhaltung in Form von Spielen und virtuellen Welten. Sechs Beiträge berichten sowohl über inhaltlich-technische Aspekte als auch über Akzeptanz und Nutzung derartiger Angebote.

Der dritte Block beschäftigt sich mit der Bereitstellung von IT-Services über das Internet und damit mit einer wiederum anderen Klasse digitaler Dienstleistungen. Die 12 akzeptierten Papiere adressieren sowohl die Anbieter- als auch die Nutzerseite. Zudem werden sowohl eher konkrete praktische als auch sehr grundlegende Fragen aufgeworfen – bis hin zur Diskussion einer Forschungsagenda zum Thema Cloud Services.

Der vierte Block widmet sich übergreifenden ökonomischen Fragen der Bereitstellung und Nutzung digitaler Dienstleistungen. Thematisiert werden sowohl die Struktur von Märkten als auch die Strategien von Anbietern.

Als Koordinator der Teilkonferenz gilt mein Dank insbesondere den Autoren und den Mitwirken in den Programmkomitees der Tracks. Stellvertretend für letztere seien Alexander Benlian, Michael Breitner, Roland Gabriel, Norbert Gronau, Jan Krämer, Helmut Krcmar, Stefan Seibert, Stefan Stieglitz und Rüdiger Zarnekow genannt.



# **E-Learning und Lern-Service-Engineering**





# Bildungsbedarfsanalyse auf Grundlage von Stellenanzeigen – Potenziale des Text Mining für das Lern-Service-Engineering

Frank Bensberg

Hochschule für Telekommunikation Leipzig, Department für Wirtschaft, 04277 Leipzig,  
E-Mail: bensberg@hft-leipzig.de

## Abstract

Die extrem kurzen Technologiezyklen in der ICT-Industrie stellen Unternehmen vor das Problem, Mitarbeiter zeit- und themenadäquat weiter zu qualifizieren. Für Bildungsanbieter erwächst damit die Herausforderung, relevante Bildungsthemen möglichst frühzeitig zu identifizieren, ökonomisch zu bewerten und ausgewählte Themen in Form geeigneter Leistungsangebote zur Marktreife zu bringen. Zur Entscheidungsunterstützung der Identifikationsphase wird in diesem Beitrag das bedarfsanalytische Instrument der Stellenanzeigenauswertung aufgegriffen und dessen Umsetzung mithilfe von Methoden des Text Mining exemplarisch demonstriert. Abschließend wird die Integration dieses Instruments mit dem Lern-Service-Engineering thematisiert und weiterführender Forschungsbedarf identifiziert.

## 1 Problemstellung

Der anhaltende Innovations- und Transformationsdruck im Bildungssektor hat dazu geführt, dass bei der Entwicklung von Bildungsangeboten in zunehmendem Maße eine *marktorientierte Sichtweise* eingenommen wird, die am Bildungsbedarf und den beruflichen Anforderungen der Zielgruppen ansetzt (vgl. [11], S. 22 f.). Diese marktorientierte Sichtweise wird auch im Rahmen des *Lern-Service-Engineerings* thematisiert, das die interdisziplinäre Bereitstellung und Verwendung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen für die zielorientierte Gestaltung von Lehr-/Lern-Leistungsangeboten intendiert (vgl. [5], S. 5).

Informatorische Grundlage für das Design solcher Leistungsangebote sind Planungsdaten, die z. B. Auskunft über marktseitig nachgefragte Bildungsthemen, Kompetenzen und Lernformate liefern. In der Wertschöpfungskette von Bildungsinstitutionen wird die systematische Gewinnung dieser Datengrundlage in der Aktivität der *Bildungs- bzw. Lernbedarfsermittlung* abgebildet (vgl. [16], S. 107 u. [11], S. 28). Eine besondere Herausforderung an die Lernbedarfsermittlung stellen solche Leistungsangebote, die Bildungsthemen aus der ICT-Industrie adressieren.

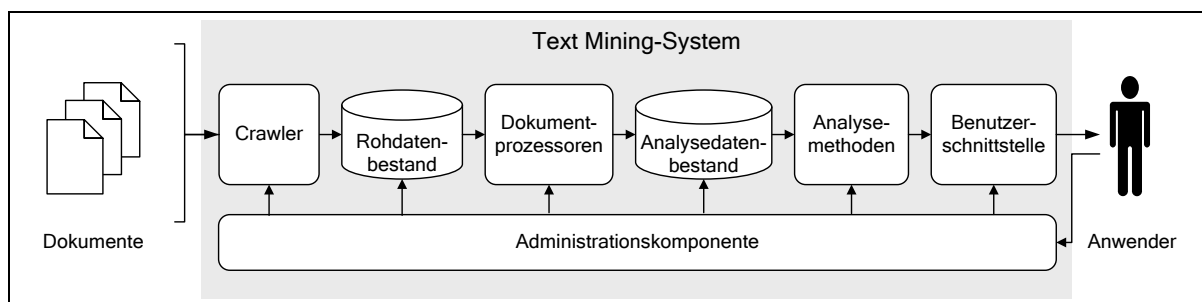
Stetig kürzer werdende Technologiezyklen und die hiermit einhergehende Wissenserrosion erfordern eine fundierte und vorausschauende Planung von Bildungsangeboten, die die nachfrageseitigen Anforderungen berücksichtigt.

Zur Gewinnung einer adäquaten Planungsgrundlage für Bildungsangebote werden in der Literatur unterschiedliche Verfahren diskutiert (vgl. [17], S. 331 u. [11], S. 29-32). Als eine potenziell adäquate Methode wird hier die *Stellenanzeigenanalyse* aufgegriffen, die auf Grundlage von Stellenanzeigen zeitnah Aussagen über berufliche, personenbezogene und sozial-kommunikative Anforderungen von Institutionen an spezifische Bewerbergruppen liefern kann (vgl. [15], S. 39 u. [7], S. 236 f.). Diese Methode ist in der Lage, den Qualifikationsbedarf unterschiedlicher Berufsfelder abzubilden und inhaltliche Verschiebungen im Zeitablauf zu verdeutlichen (vgl. [15], S. 40). Neben diesen materiellen Eigenschaften ist die Methode auch aus forschungsökonomischer Perspektive attraktiv, da die empirische Basis in der Regel öffentlich zugänglich ist und – z. B. über Jobportale – in Form elektronischer Dokumente vorliegt.

Zur Analyse elektronischer Dokumente werden in der Wirtschaftsinformatik Methoden des *Text Mining* thematisiert (vgl. [14]). Diese gestatten die Auswertung unstrukturierter Datenbestände und stehen mittlerweile in Form marktgängiger Analysesysteme zur Verfügung. Im Rahmen dieses Beitrags sollen die informatorischen Potenziale solcher Text Mining-Systeme zur Stellenanzeigenanalyse transparent gemacht werden. Zu diesem Zweck wird zunächst ein kurzer Überblick über die technischen Grundlagen des Text Mining gegeben. Hierauf aufbauend werden das prototypische Design einer Text Mining-Lösung für die Stellenanzeigenanalyse dargestellt und Ergebnisse präsentiert, die im Rahmen der Projektstudie JobMining@HfTL an der Hochschule für Telekommunikation (HfTL) gewonnen werden konnten. Abschließend wird die Integration mit dem Konzept des Lern-Service-Engineerings aufgezeigt und weiterführender Forschungsbedarf identifiziert.

## 2 Technische Grundlagen des Text Mining

Unter dem Begriff des Text Mining ist ein weitgehend automatisierter, analytischer Prozess zu verstehen, der zur Gewinnung von neuem und potenziell nützlichem Wissen aus Textdokumenten dient (vgl. [10], S. 287). Im Gegensatz zum Data Mining, das zur Analyse *strukturierter Daten* eingesetzt wird, stellt sich beim Text Mining die Herausforderung, mithilfe statistischer und linguistischer Analysemethoden weitgehend *unstrukturierte Daten* zu verarbeiten. Diese liegen typischerweise in Form elektronisch gespeicherter Dokumente (z. B. HTML- oder XML-Dateien) vor, deren Inhalte nur relativ schwach ausgeprägte Beziehungen zueinander aufweisen. Die hierfür erforderlichen Verarbeitungsschritte sind nun anhand eines generischen Architekturmodells für Text Mining-Systeme zu erläutern (vgl. Bild 1).



**Bild 1:** Architekturmodell eines Text Mining-Systems (in Anlehnung an [4], S. 15)

Grundlage des Text Mining-Prozesses sind Dokumente, die entweder als Online-Quellen über Internet-Dienste bereitgestellt werden (z. B. HTML-Seiten, E-Mail-Dokumente), oder aber in Dateiform auf einem lokalen Speichermedium vorliegen (Offline-Quellen). In einem ersten Schritt sind analyserelevante Dokumente zu erfassen, sodass diese in einem lokalen *Rohdatenbestand* im Text Mining-System vorliegen und für die Weiterverarbeitung zur Verfügung stehen. Diese Aufgabe wird in dem dargestellten Architekturmodell von einer *Crawlerkomponente* übernommen, die Dokumente aus Datenquellen extrahiert.

Der somit generierte Rohdatenbestand wird anschließend mithilfe von *Dokumentprozessoren* verarbeitet, die der Extraktion relevanter Merkmale aus den gesammelten Dokumenten dienen (*Information Extraction*, vgl. [2], S. 45 f.). Diese Prozessoren ermitteln z. B. die Quellsprache des jeweiligen Dokuments, zerlegen Wortkomposita in Einzelelemente und extrahieren aussagekräftige Wortarten bzw. Wortfolgen. Um die Dokumente für Such- und Filteroperationen vorzubereiten, wird i.d.R. auch ein Index aufgebaut, der jedem Dokument eine Reihe von Schlüsselwörtern zuordnet.

Nach der Merkmalsextraktion liegt ein *Analysedatenbestand* vor, auf den *Methoden* zur Textanalyse angewendet werden können. Geläufig sind hierzu etwa Verfahren zur Häufigkeitsanalyse von Worten bzw. Wortarten, zur Identifikation von Assoziationen zwischen Begriffen sowie zur Segmentierung und Klassifikation von Dokumenten (vgl. [10], [4], [3]). Zur Parametrisierung der Analysemethoden und zur Visualisierung der Ergebnisse steht dem Anwender eine *Benutzerschnittstelle* als Front-End zur Verfügung. Die in Bild 1 dargestellte *Administrationskomponente* dient hingegen zur Konfiguration und Überwachung einzelner Architekturelemente. So ist etwa für die Crawlerkomponente festzulegen, ob die Datenquellen kontinuierlich oder anhand eines benutzerdefinierten Zeitplans zu durchsuchen sind, während für die Dokumentprozessoren zu konfigurieren ist, wann der Index reorganisiert werden soll.

Das dargestellte Architekturmodell wird im Folgenden als Bezugsrahmen zur Gestaltung einer konkreten Text Mining-Lösung zur Analyse von Stellenanzeigen herangezogen.

### **3 Design einer Text Mining-Lösung zur Stellenanzeigenanalyse – das Projekt JobMining@HfTL**

#### **3.1 Fachliche Problemstellung des Projekts JobMining@HfTL**

Die Hochschule für Telekommunikation Leipzig (HfTL) ist eine private Fachhochschule, die sich in Trägerschaft der Deutschen Telekom AG befindet und technisch orientierte Studiengänge mit Fokus auf den Informations- und Telekommunikationssektor anbietet. Dieses akademische Ausbildungsportfolio wird zudem durch Weiterbildungsangebote ergänzt, die zur Qualifizierung von Arbeitnehmern in eng abgrenzbaren Themenfeldern dienen. Die Studiengänge werden in unterschiedlichen Formen angeboten: neben dem klassischen Präsenzstudium werden auch berufsbegleitende und duale Studiengänge offeriert (vgl. [12]). Derzeit verfügt die HfTL über mehr als 700 Studierende, wobei der Anteil derjenigen Studierenden, die an berufsbegleitenden sowie dualen Studienformen partizipieren und somit in erheblichem Umfang auf E-Learning-Szenarien zurückgreifen, mittlerweile dominiert.

Aufgrund der hohen Entwicklungsdynamik der Qualifikationsanforderungen an Arbeitnehmer im ICT-Sektor stellt sich der HfTL die Herausforderung, relevante Bildungsthemen möglichst frühzeitig zu identifizieren und diese konstruktiv in die Entwicklung der Bildungsangebote einfließen

zu lassen. Zu diesem Zweck ist im Jahr 2011 das Projekt JobMining@HfTL initiiert worden, das den Aufbau eines analytischen Informationssystems zur Auswertung von Stellenanzeigen zum Gegenstand hat. Fragestellungen, die den ausschlaggebenden Impuls für dieses Projekts geliefert haben, werden im Folgenden kurz skizziert:

- Wie verteilen sich die geforderten *akademischen Abschlüsse* auf Stellenanzeigen?
- Welche *fachlichen Ausbildungsinhalte* werden im Rahmen der Stellenanzeigen als Anforderungen an potenzielle Bewerber formuliert?
- Können Aussagen über die *zeitliche Entwicklung* von geforderten Ausbildungsinhalten getroffen werden, um qualifikationsbezogene Trends möglichst frühzeitig zu erkennen?

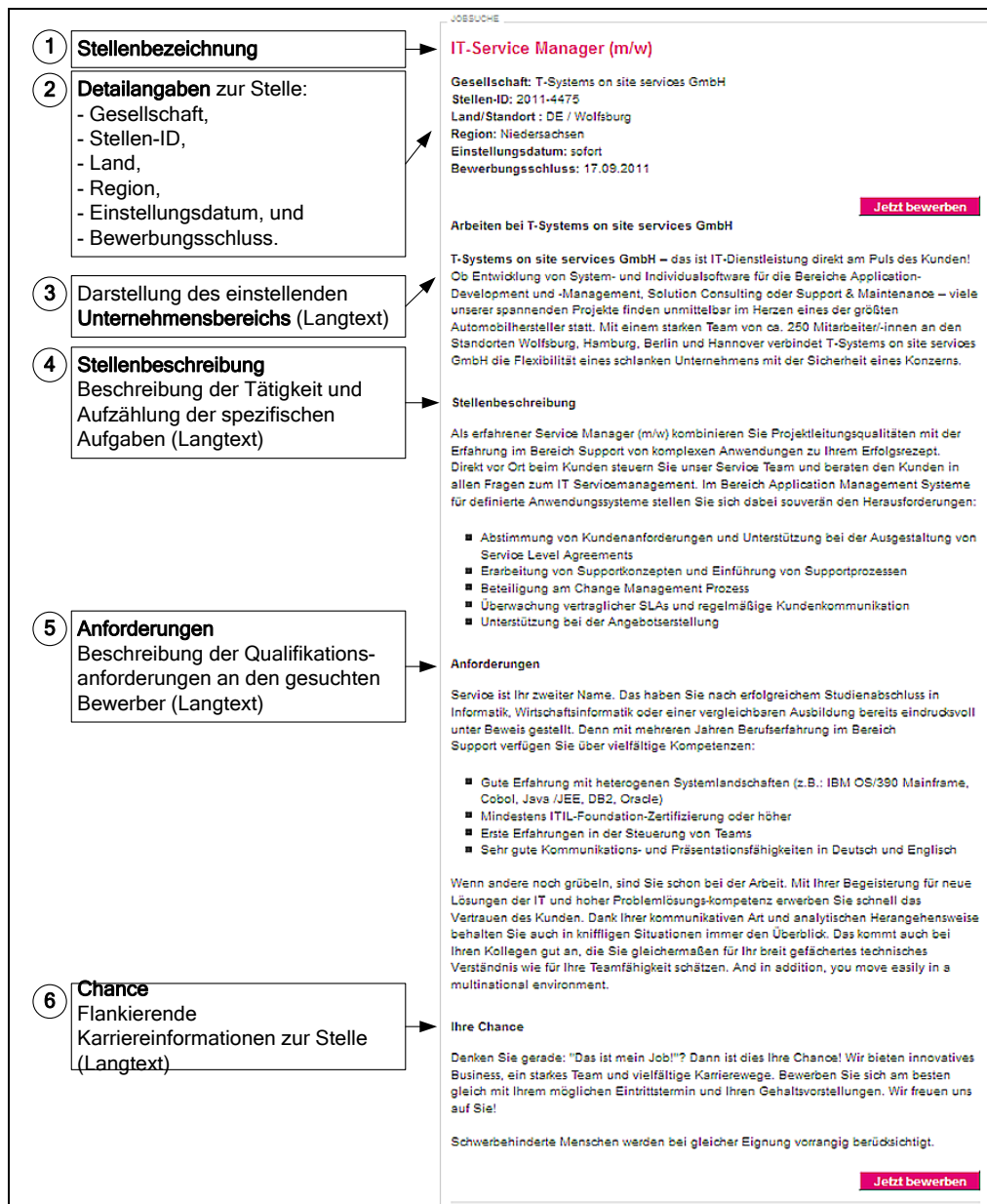
Um einen Beitrag zur Deckung des skizzierten Informationsbedarfs zu liefern, sind im Rahmen des Projekts JobMining@HfTL Stellenanzeigen der Deutschen Telekom AG (DTAG) als eines der weltweit führenden Dienstleistungsunternehmen des ICT-Sektors untersucht worden. Im Folgenden wird – aufbauend auf der Darstellung der Datengrundlage – erörtert, wie die oben angeführten Fragestellungen mithilfe von Analysemethoden des Text Mining beantwortet werden können.

### 3.2 Datengrundlage

Als Ausgangspunkt für die Text Mining-Analyse wurden die von der DTAG publizierten Stellenanzeigen selektiert, die im Internet als Online-Quellen über ein Jobportal unter dem URL <http://www.telekom.com/your-chance> vorgehalten werden. Dieses Jobportal informiert interessierte Bewerber über Vakanzen und stellt diese stellenbezogenen Informationen personalisiert zur Verfügung. Hierfür definieren Interessenten zuvor einen *Jobagenten* (vgl. [18], S. 206), der dafür sorgt, dass Bewerber per E-Mail wöchentlich über neue Ausschreibungen informiert werden. Die übermittelte E-Mail (*Jobmail*) enthält dabei einen Verweis auf eine Liste mit entsprechenden Stellenanzeigen auf der Website des Jobportals. Die einzelnen Segmente einer Stellenanzeige werden in Bild 2 exemplarisch dargestellt.

Das skizzierte Beispiel enthält eine Stellenanzeige für einen *IT-Service Manager* (① Stellenbezeichnung), die zunächst eine Reihe von Detailangaben (②) zur Stelle auflistet (z. B. *Land*, *Region* und *Bewerbungsschluss*). Im Anschluss folgen die Vorstellung des ausschreibenden Unternehmensbereichs (③), die eigentliche Stellenbeschreibung mit Aufzählung der Aufgabefelder (④), die erwünschten Bewerberqualifikationen (⑤) mit den spezifischen Fähigkeiten, Kenntnissen und Verhaltensweisen, sowie ein abschließender Text mit stellenbezogenen Karriereinformationen (⑥), die weitere Anreize zur Bewerbung kommunizieren sollen (vgl. [15], S. 127 f.).

Um diese Felder extrahieren zu können, ist mithilfe des Web Application Frameworks *Ruby on Rails* ein *Screen Scraper* (vgl. [9]) entwickelt worden, der das gezielte Auslesen von Stellenanzeigen aus der Präsentationsschicht des Jobportals gestattet. Mithilfe dieses Screen Scrapers wird – sobald eine neue Jobmail verfügbar ist – der per E-Mail zugestellte Verweis auf die Stellenanzeigenliste des Jobportals aktiviert und sämtliche Anzeigen der Liste ausgelesen. Im Zuge des Projekts JobMining@HfTL sind im Zeitraum von Juni bis August 2011 insgesamt 1.108 Stellenanzeigen extrahiert worden, die die Grundlage für die Anwendung von Analysemethoden des Text Mining bilden.



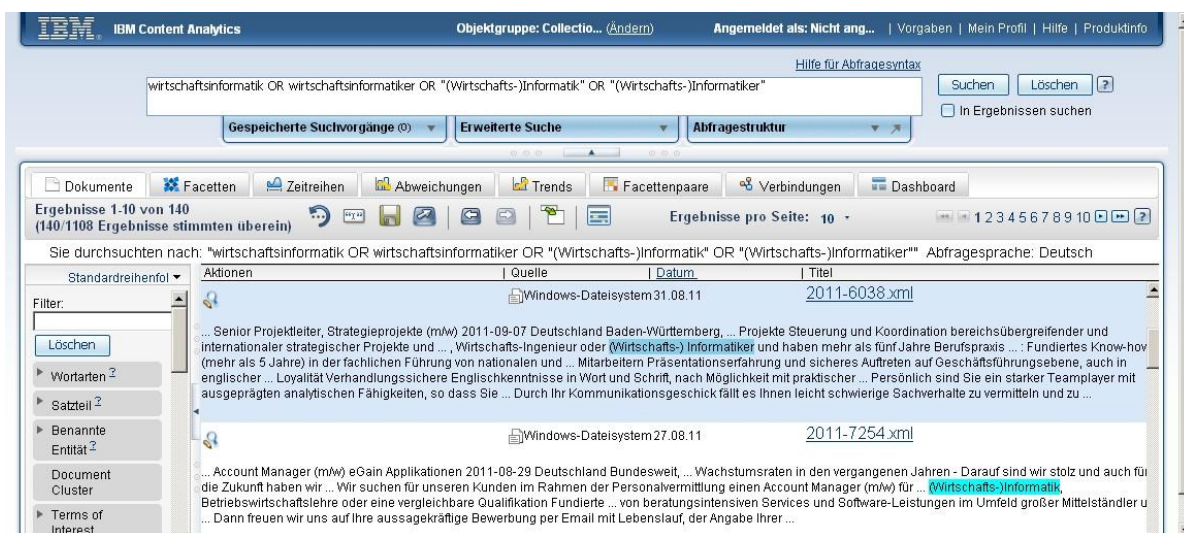
**Bild 2: Aufbau einer Stellenanzeige im Jobportal der Deutsche Telekom AG**

Zur Analyse ist das Softwaresystem *IBM Content Analytics* eingesetzt worden, dessen *Crawler-komponente* und *Dokumentprozessoren* (vgl. Bild 1) zur Verarbeitung der Dokumentkollektion konfiguriert wurden. Die einzelnen Konfigurationsparameter werden im Rahmen dieses Beitrags nicht vertieft; statt dessen wird auf die produktspezifische Darstellung in [20] verwiesen. Im Folgenden wird die Anwendung ausgewählter Analysemethoden zur Beantwortung der in Abschnitt 3.1 identifizierten Fragestellungen dargestellt.

### 3.3 Analyse der akademischen Abschlüsse

Um die Verteilung der geforderten akademischen Abschlüsse transparent zu machen, sind Analysetechniken des *Information Retrieval* eingesetzt worden. Unter diesem Begriff werden Techniken verstanden, die die Suche nach Dokumenten unterstützen, die inhaltlich zu einer Suchanfrage eines Informationsnachfragers passen. Finden sich die Inhalte der Suchanfrage in einem Dokument, werden diese als Treffer ausgegeben (vgl. [2], S. 43-46).

Im Zuge der Analyse sind die Stellenanzeigen nach Schlüsselwörtern durchsucht worden, die für typische ingenieur- bzw. wirtschaftswissenschaftliche Studiengänge stehen (z. B. *Nachrichten-* und *Elektrotechnik*, *Informatik*, *Wirtschaftsinformatik*, *Betriebswirtschaft*). Dies wird vom eingesetzten Text Mining-System durch eine Abfragesprache unterstützt, mit der komplexe Suchausdrücke formuliert werden können. Bild 3 zeigt das Ergebnis der Volltextsuche in der Dokumentkollektion nach alternativen Begriffen für den Studiengang *Wirtschaftsinformatik*. Nach Eingabe des Suchausdrucks werden die gefundenen Stellenanzeigen in einer Ergebnisliste dargestellt und stehen zur Detailanalyse zur Verfügung.



**Bild 3:** Volltextsuche in den Stellenanzeigen mithilfe von Schlüsselwörtern

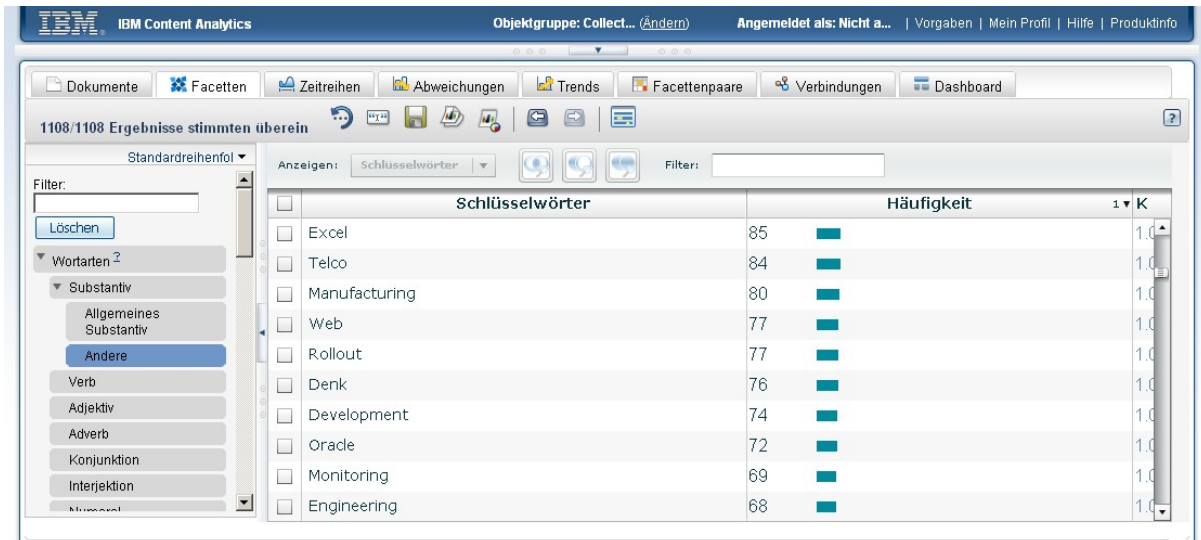
Insgesamt konnten 140 Stellenanzeigen identifiziert werden, in denen explizit auf den Studienabschluss *Wirtschaftsinformatik* Bezug genommen wird (13% sämtlicher Stellenanzeigen). Dabei konnte auch festgestellt werden, dass in dem Analysezeitraum häufiger Absolventen der *Informatik* (27%) und der *Betriebswirtschaftslehre* (24%) gesucht wurden, während indes *nachrichten-* bzw. *elektrotechnische* Abschlüsse nur in etwa 7% der Stellenanzeigen referenziert werden.

Mit diesen Analyseergebnissen wird zunächst die Frage nach der *horizontalen Konkurrenzsituation* zwischen unterschiedlichen Studiengängen beantwortet (vgl. [15], S. 163). Diese quantitativen Informationen können für Bildungsanbieter hilfreich sein, um Entscheidungen über die *Neueinführung* von Studiengängen zu fundieren oder aber Impulse zur *Revision* bestehender Studiengänge zu generieren (vgl. [11], S. 6).

### 3.4 Analyse der fachlichen Ausbildungsinhalte

Zur Analyse der Ausbildungsinhalte sind die Stellenanzeigen auf die Nennungen einzelner *Fachbegriffe* untersucht worden, die somit die grundlegende Analyseeinheit darstellen (vgl. [11], S. 120 f.) und bei Stellenanzeigen insbesondere in der Beschreibung der Qualifikationsanforderungen (s. Bild 2) auftreten. Diese Aufgabenstellung wird von dem Text Mining-System durch eine *grammatikalische Analyse* unterstützt, die aus den Stellenanzeigen automatisch Substantive, Verben, Adjektive und andere Wortarten extrahiert. In der Terminologie des eingesetzten Analysesystems bilden diese unterschiedliche Wortarten sogenannte *Facetten*, die unterschiedliche Sichten (Analysedimensionen) auf die Dokumentkollektion erschließen.

Als Analysefacette für die fachlichen Ausbildungsinhalte sind die *Substantive* herangezogen worden, die vom Text Mining-System listenorientiert dargestellt und mit Häufigkeiten ausgezeichnet werden (s. Bild 4). Die Häufigkeitsangabe bezieht sich dabei auf die Anzahl der Stellenanzeigen, in denen das Schlüsselwort aufzufinden ist. So kann der dargestellten Liste z. B. entnommen werden, dass das Schlüsselwort *Excel* in 85 Stellenanzeigen auftritt.



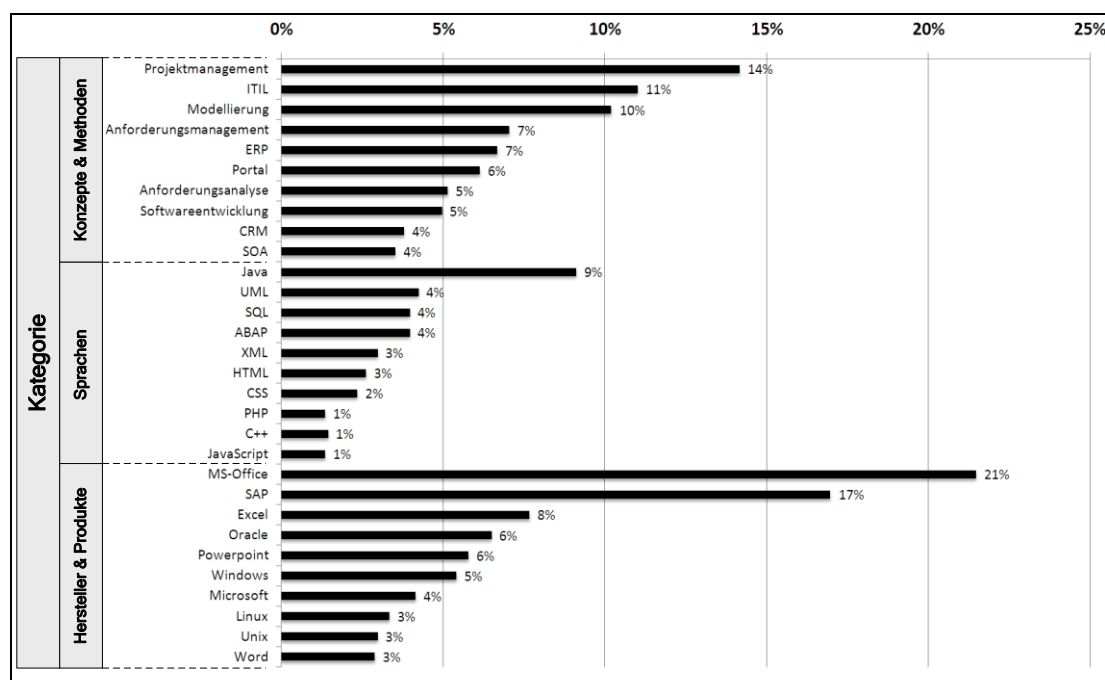
**Bild 4:** Listenorientierte Darstellung in der Analysefacette Substantive

Bei informatikorientierten Studiengängen befinden sich Ausbildungsinhalte im Spannungsfeld zwischen dem längerfristig gültigen *Konzeptwissen* und dem tendenziell eher kurzfristig ausgerichteten *Produktwissen* (vgl. [8], S. 23 f.). Um diesem Sachverhalt Rechnung zu tragen, sind auf Grundlage der identifizierten Schlüsselwörter induktiv drei unterschiedliche *Kategorien* gebildet worden (vgl. [13], S. 114 ff.), die unterschiedliche Gruppen von Ausbildungsthemen reflektieren:

- In der Kategorie *Konzepte & Methoden* werden solche Ausbildungsthemen angesiedelt, die das längerfristige Konzeptwissen aus informatikorientierten Fachdisziplinen konstituieren (z. B. serviceorientierte Architekturen, SOA).
- Mit der Kategorie *Hersteller & Produkte* werden Nennungen einzelner Produzenten, Marken und Produktbezeichnungen im ICT-Sektor erfasst (z. B. Oracle, Eclipse). Diese Kategorie bildet das geforderte Produktwissen ab.
- Die Kategorie *Sprachen* umfasst Programmiersprachen (z. B. Java), Datenabfragesprachen (z. B. SQL), Modellierungssprachen (z. B. UML) und Auszeichnungssprachen (z. B. HTML). Dabei werden Sprachen als vermittelndes *Bindeglied* zwischen dem Konzept- und dem Produktwissen betrachtet.

Auf Grundlage der gegebenen Häufigkeiten sind die führenden zehn Schlüsselwörter (Top 10) für jede Kategorie ermittelt worden. Diese Ausbildungsthemen werden in der folgenden Abbildung mit ihrer relativen Häufigkeit dargestellt und im Folgenden kurz erörtert.





**Bild 5:** Darstellung der häufigsten Ausbildungsthemen nach Kategorien (Top 10)

- In der Kategorie *Konzepte & Methoden* werden von potenziellen Bewerbern insbesondere Kompetenzen in den Bereichen des *Projektmanagements*, des IT-Managements mit *ITIL* sowie der *Modellierung* abgerufen. In Anbetracht des anhaltenden Transformationsprozesses in der Telekommunikationsindustrie und dem hiermit einhergehenden Restrukturierungsbedarf sind diese Qualifikationsanforderungen als plausibel nachvollziehbar zu bewerten (vgl. [6]).
- Die Kategorie *Sprachen* zeigt deutlich, dass als dominierende Programmiersprachenkompetenz *Java* abgerufen wird. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit dem aktuellen TIOBE-Index, in dem Java als beliebteste Programmiersprache geführt wird (vgl. [19]). An zweiter Stelle in dieser Kategorie steht die *Unified Modeling Language* (UML) als Modellierungssprache. Als interessant wird dabei erachtet, dass anderen Notationen – insbesondere der neueren *Business Process Model and Notation* (BPMN 2.0) und *ARIS* – in den Stellenanzeigen nur geringfügige Bedeutung beigemessen wird.
- Die letzte Kategorie *Hersteller & Produkte* verdeutlicht die Relevanz von Qualifikationen im Umgang mit Bürosoftware und konkreten ERP-Produkten. So verweisen nicht nur 21% der Stellenanzeigen auf Kenntnisse über das Softwarepaket *MS-Office*, vielmehr werden explizit auch die Einzellösungen *Excel*, *Powerpoint* und *Word* angeführt. Außerdem werden – nahezu erwartungsgemäß – in erheblichem Ausmaß Qualifikationen zu Lösungen der Marke *SAP* abgerufen.

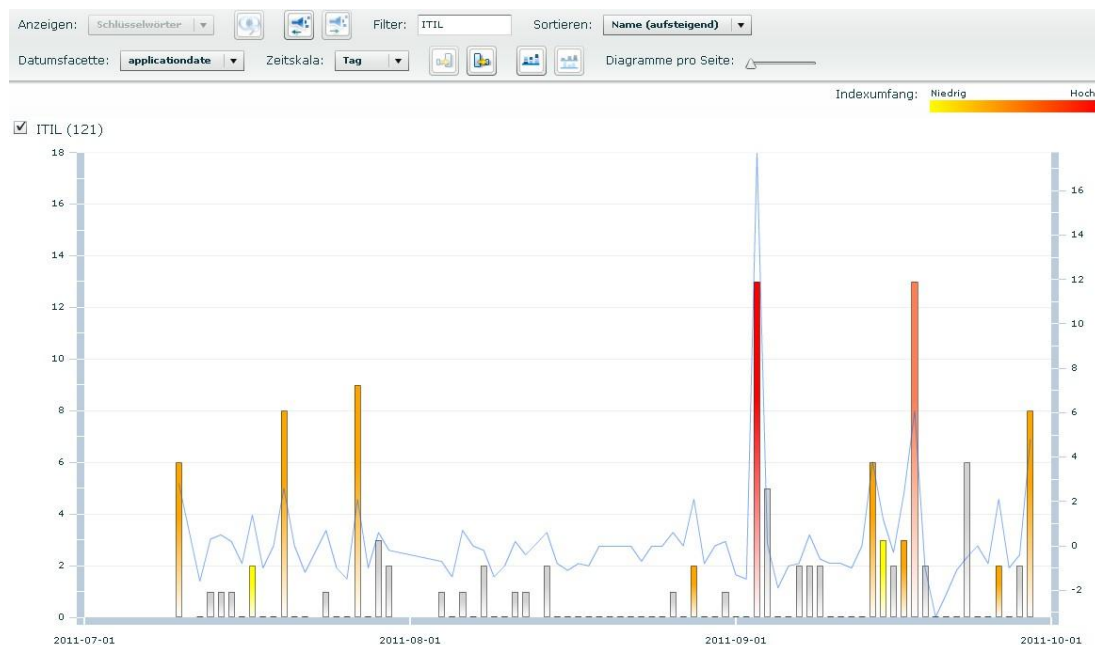
Als neues und potenziell nützliches Wissen des Text Mining werden insbesondere diejenigen Ergebnisse angesehen, die durch die Analyse der Kategorien *Konzepte & Methoden* sowie *Sprachen* gewonnen werden konnten. Mithilfe dieser Ergebnisse ist im Rahmen einer Gap-Analyse zu prüfen, ob auf der Nachfrageseite dominierende Fachthemen existieren, die von den aktuellen Bildungsangeboten nicht oder nur unzureichend abgedeckt werden. Um eventuell bestehende Lücken auszugleichen, können z. B. Entscheidungen zur nachfrageorientierten Adjustierung der Bildungsinhalte entsprechender Studiengänge oder Weiterbildungsangebote gefällt werden.



### 3.5 Analyse der zeitlichen Entwicklung von Bildungsthemen

Die zuvor erörterten Ergebnisse weisen die Problematik auf, dass sie sich auf sämtliche Stellenanzeigen der untersuchten Datengrundlage beziehen. Infolgedessen können keine Aussagen über die zeitliche Entwicklung einzelner Bildungsthemen getroffen werden. Da jedoch gerade im ICT-Sektor mit einer hohen Dynamik bei der Adoption neuer Konzepte und Technologien zu rechnen ist, ist die zuvor dargestellte Analyse um die zeitliche Dimension zu ergänzen, damit themenbezogene Trends frühzeitig erkannt werden können.

Das eingesetzte Text Mining-System bietet hierzu eine Sicht zur *Trendanalyse* an, mit der die Häufigkeiten von Schlüsselwörtern im Zeitablauf visualisiert und starke Häufigkeitszunahmen gesondert signalisiert werden. Diese Funktionalität setzt allerdings voraus, dass ein *zeitliches Ordnungsmerkmal* in der Datengrundlage existiert. Im Hinblick auf die in Bild 2 dargestellte Datengrundlage wurde zu diesem Zweck das Merkmal *Bewerbungsschluss* aus den Detailangaben der Stellenanzeigen selektiert, da dieses durchgängig über eine gültige Datumsangabe verfügt. Als Beispiel für die Trendvisualisierung wird in der folgenden Abbildung die zeitliche Entwicklung des Schlüsselworts *ITIL* in den Stellenanzeigen mit einer Auflösung auf Tagesebene dargestellt.



**Bild 6:** Zeitliche Entwicklung des Schlüsselworts ITIL

In dem *Balkendiagramm* wird die absolute Häufigkeit derjenigen Stellenanzeigen über die Zeitachse dargestellt, in denen das Schlüsselwort ITIL aufgetreten ist. So kann z. B. dem ersten Datenpunkt des Diagramms entnommen werden, dass sechs Stellenanzeigen (Skalierung auf der linken Ordinatenachse) mit dem Bewerbungsschluss 10.7.2011 das Fachthema *ITIL* enthalten. Darüber hinaus wird dieses Balkendiagramm durch ein *Liniendiagramm* ergänzt, das einen Indexwert für die Häufigkeitszunahme abbildet (Skalierung auf der rechten Ordinatenachse). Dieser *Zunahmeindex* drückt aus, in welchem Ausmaß die tatsächliche Häufigkeit von der erwarteten, durchschnittlichen Häufigkeit abweicht, die auf Grundlage der Ist-Werte der vergangenen Perioden ermittelt wird (vgl. [20], S. 236 f.). Ein hoher Zunahmeindexwert wird im Balkendiagramm zudem durch eine farbliche Codierung (Color Coding) des entsprechenden Balken in intensiver werdenden Farbtönen signalisiert.

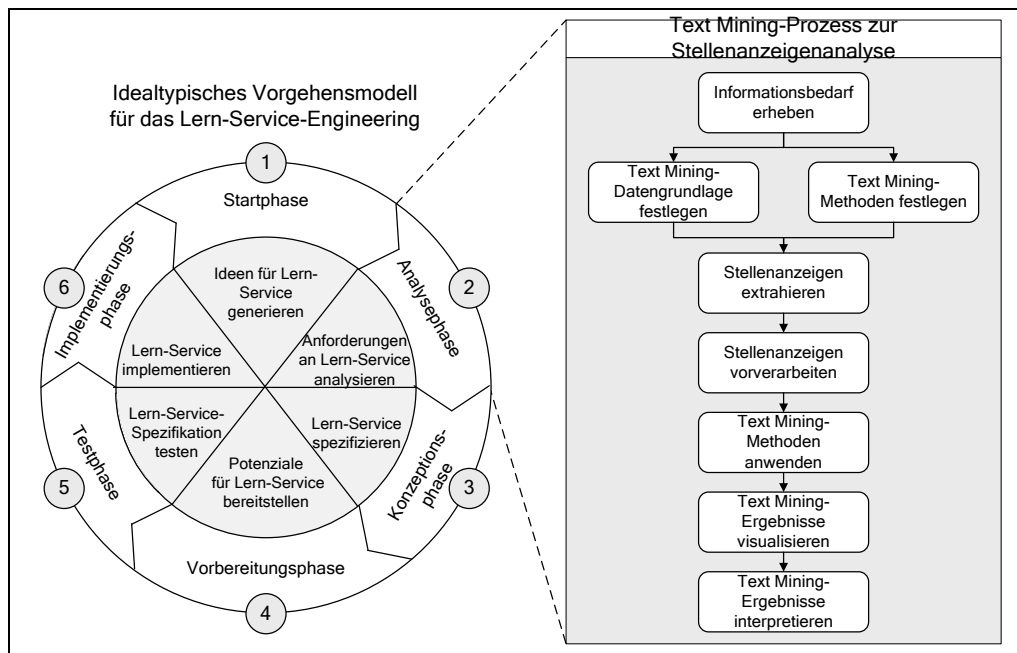
Insgesamt ist der Zeitreihe zu entnehmen, dass an den meisten Tagen überhaupt keine oder nur sehr wenige Begriffsnennungen auftreten, die dann allerdings an einigen wenigen Tagen sprunghaft ansteigen. Dabei konzentrieren sich die Werte auf den letzten Analysemonat, der folglich ein Ballungsintervall bildet. Aufgrund des sporadischen Charakters der Zeitreihe und des kurzen Analysezeitraums ist die Anwendung traditioneller Prognosemodelle zur künftigen Bedarfsvorhersage problematisch. Allerdings verdeutlicht das skizzierte Beispiel gut, dass der Anwender mit der Trendanalyse in die Lage versetzt wird, Häufigkeitsveränderungen auf der Ebene einzelner Bildungsthemen visuell zu entdecken (Visual Data Mining) und daraufhin entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Anhaltende *Häufigkeitszunahmen* können z. B. zum Anlass genommen werden, um das eigene Ausbildungsportfolio in Bezug auf die Abdeckung des Themas kritisch zu prüfen. Andererseits können *Häufigkeitsabnahmen* ein Signal dafür sein, dass bestimmte Themen verfallen und dem Ende ihres Lebenszyklus entgegenstreben.

Die vorangehende Darstellung der projektbezogenen Analyseergebnisse hat gezeigt, dass mithilfe des Text Mining interessante Informationen aus Stellenanzeigen extrahiert werden können, die für die fachlich-inhaltliche Ausgestaltung von Ausbildungsangeboten verwendbar sind. Infolgedessen ist nun die Integration dieses Instruments in das Konzept des Lern-Service-Engineerings herauszuarbeiten.

## 4 Integration mit dem Lern-Service-Engineering

Als Grundlage für die Integration des vorgestellten Ansatzes der Stellenanzeigenanalyse wird hier das Rahmenkonzept für die systematische Dienstleistungsentwicklung von Bullinger und Schreiner herangezogen, das ein idealtypisches Vorgehensmodell umfasst (vgl. [1], S. 73). Dieses Vorgehensmodell wird in Bild 7 für den Gegenstandsbereich des Lern-Service-Engineerings adaptiert dargestellt. Die Integration der Stellenanzeigenanalyse mithilfe des Text Mining erfolgt dabei in der zweiten Phase, die generell der *Anforderungsanalyse* von Lern-Services dient. Im Zuge dieser Phase sind Methoden einzusetzen, die der systematischen Erhebung von Kunden- bzw. Marktanforderungen dienen (vgl. [1], S. 74). Wie die in den vorangehenden Abschnitten skizzierten Ergebnisse zeigen, eignet sich die Stellenanzeigenanalyse zur Identifikation häufig nachgefragter Fachthemen von Institutionen bei der Bewerbersuche, sodass ein Beitrag zur Abschätzung des Marktpotenzials und der thematischen Relevanz von Lern-Services bereitgestellt werden kann.

Dabei ist allerdings hervorzuheben, dass die Stellenanzeigenanalyse lediglich *eine* Methode darstellt, um Anforderungen an Lern-Services zu erheben. In der Literatur wird eine Reihe weiterer Verfahren diskutiert, die generell dem Zweck der Bedarfsermittlung für Lehr- bzw. Lernangebote dienen. So werden neben *text-* bzw. *inhaltsanalytischen Methoden* insbesondere auch *kommunikationsorientierte Verfahren* diskutiert, wie z. B. Experteninterviews, Workshops, Gruppendiskussionen und Delphi-Studien (vgl. [11], S. 29-32). Folglich ist davon auszugehen, dass sich in der Praxis des Lern-Service-Engineerings ein Methodenmix als tragfähig erweisen wird, der unterschiedliche Grundformen der Datenerhebung und -auswertung kombiniert. Die im Rahmen der vorgestellten Projektstudie JobMining@HfTL gewonnenen Erkenntnisse deuten jedoch auch darauf hin, dass sich das Verfahren der Stellenanzeigenanalyse weitgehend automatisieren lässt, sodass langfristig Kostenvorteile gegenüber kommunikationsorientierten Verfahren zu erwarten sind.



**Bild 7: Integration des Text Mining in das Lern-Service-Engineering**

Weiterführender Forschungsbedarf ergibt sich zunächst in Bezug auf die *Datengrundlage* und die *Methoden* des in Bild 7 cursorisch dargestellten Text Mining-Prozesses. So sind im Rahmen der Projektstudie nur die Stellenanzeigen eines einzigen Jobportals ausgelesen worden. Um eine breitere empirische Basis zu gewinnen, sind Stellenanzeigen aus weiteren Quellen für die Analyse verfügbar zu machen, wobei nahezu zwangsläufig Datenintegrationsprobleme zu erwarten sind. Außerdem stehen im Bereich des Text Mining weitere Analysemethoden zur Verfügung (z. B. zur Segmentierung und Klassifikation), die im Rahmen dieses Beitrags nicht erörtert worden sind. Im Zuge weiterer Projektstudien ist zu klären, ob diese Methoden für die Prozesse des Lern-Service-Engineerings weitere interessante Informationen liefern können.

Schließlich ist auch zu ermitteln, welchen Beitrag das vorgestellte Instrument für die zielorientierte Gestaltung von Lehr-/Lern-Leistungsangeboten liefert. Diese Fragestellung kann z. B. im Rahmen von Evaluationsstudien beantwortet werden, die sich mit den effektivitäts- und effizienzbezogenen Auswirkungen dieses Instruments auf die *Entscheidungsprozesse* im Umfeld des Lern-Service-Engineerings auseinandersetzen.

## 5 Literatur

- [1] Bullinger, H-J; Schreiner, P (2006): Service Engineering – Ein Rahmenkonzept für die systematische Entwicklung von Dienstleistungen. In: Bullinger, H-J, Scheer, A-W (Hrsg.), *Service Engineering*. 2. Auflage. Springer, Berlin.
- [2] Butscher, R (2005): Text Mining in der Konsumentenforschung unter besonderer Berücksichtigung von Produktontologien. Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Nürnberg-Erlangen.
- [3] Felden, C (2007): Text Mining als Anwendungsbereich von Business Intelligence. In: Chameni, P, Gluchowski, P (Hrsg.), *Analytische Informationssysteme*. Springer, Berlin.

- [4] Feldman, R; Sanger, J (2006): *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. Cambridge University Press, New York.
- [5] Fink, C; Gabriel, R; Gersch, M; Lehr, C; Weber, P (2011): *Lernservice-Engineering – Eine ökonomische Perspektive auf technologiegestütztes Lernen*. In: Ebner, E, Schön, S (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. BoD, Norderstedt.
- [6] Fuß, F (2010): *Die Kunden, die Kultur und die Kontinuität – Über eine der größten Transformationen in der Telekommunikationsindustrie*. In: Mohr, N, Büning, N, Hess, U, Fröbel A (Hrsg.), *Herausforderung Transformation*. Springer, Berlin.
- [7] Grob, H L; Lange, W (1996): *Zum Wandel des Berufsbildes bei Wirtschaftsinformatikern: Eine empirische Analyse auf der Basis von Stellenanzeigen*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 38(2):236-241.
- [8] Hartmann, W; Näf, M; Reichert, R (2007): *Informatikunterricht planen und durchführen*. Springer, Berlin.
- [9] Hemenway, K; Calishain, T (2003): *Spidering Hacks – 100 Industrial Strength Tips & Tricks*. O'Reilly, Sebastopol.
- [10] Hippner, H; Rentzmann, R (2006): *Text Mining*. Informatik Spektrum 29(4):287-290.
- [11] Hörmann, C (2007): *Die Delphi-Methode in der Studiengangsentwicklung*. Dissertation, Pädagogische Hochschule Weingarten.
- [12] Lecke, M (2010): *Bologna@Telekom – Ein Beispiel für die Multioptionalität des Studierens*. In: Keuper, F, Hogenschurz, B (Hrsg.), *Professionelles Sales & Service Management*. Gabler, Wiesbaden.
- [13] Mayring, P (2002): *Qualitative Sozialforschung*. 5. Auflage. Beltz, Weinheim.
- [14] Meier, M; Beckh, M (2000): *Text Mining*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 42(2):165-167.
- [15] Sailer, M (2009): *Anforderungsprofile u. akademischer Arbeitsmarkt*. Waxmann, Münster.
- [16] Simon, B (2006): *Neue Geschäftsmodelle für Bildungsangebote von Hochschulen*. Zeitschrift für Betriebswirtschaft Special Issue (2):105-123.
- [17] Simon, B (2010): *Gestaltungstheoretische Überlegungen zu Kompetenzmanagementsystemen*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 52(6):327-337.
- [18] Strohmeier, S (2008): *Informationssysteme im Personalmanagement: Architektur – Funktionalität – Anwendung*. 1. Auflage. Vieweg + Teubner, Wiesbaden.
- [19] TIOBE Software (2011): *TIOBE Programming Community Index for August 2011*. <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>. Abgerufen am 4.9.2011.
- [20] Zhu, W-D; Iwai, A; Leyba, T; Magdalen, J; McNeil, K; Nasukawa, T; Patel, N; Sugano, K (2011): *IBM Content Analytics Version 2.2*. 2. Auflage. IBM, Armonk.

# **Towards an Internationalization of the Information Systems Curriculum**

**Jan M. Pawlowski**

University of Jyväskylä, 40014 Jyväskylä, Finland, E-Mail: [jan.pawlowski@jyu.fi](mailto:jan.pawlowski@jyu.fi)

**Philipp Holtkamp**

University of Jyväskylä, 40014 Jyväskylä, Finland, E-Mail: [philipp.holtkamp@jyu.fi](mailto:philipp.holtkamp@jyu.fi)

## **Abstract**

Globalization has changed the requirements to professionals and students in all branches and sectors significantly in the past decade. However in the domain of Information Systems, these changes have not yet found their way into current study programs and curricula. We identify and validate core internationalization competences and their relation to IS specific competences based on an initial set of competence categories. This is the basis for designing learning services of the future. The presented study aims at validating both and identifying additional categories and competences. In this paper, we present the first results of this study focusing on the internationalization and knowledge management competences. The results can be used for different purposes exploring the human perspective on information systems development.

## **1 Introduction**

The main goal of this paper is to identify both the main competence categories necessary for an internationalized IS curriculum for globally working professionals, in particular in knowledge-intensive settings. By identifying competences to deal with cultural characteristics of globally distributed teams and work environments, we set the basis for designing learning services based on an empirically derived set of competences.

In the IS world, the shift towards international and global work is visible everywhere. This means that graduates of IS are confronted with global work environments and challenging work in international projects, in particular regarding cultural characteristics. This shift was addressed already in the change and introduction of new curricula in other domains, e.g. in business education. New studies such as international business and the European business programs were introduced. However, the IS curriculum in Higher Education institutions was not adapted to these changes.

The importance for an internationalization of the IS curriculum was shown for example by Deans and Loch [3]. Their study indicated that the majority of participants saw the internationalization as very important but did not expect the curriculum to change in the nearer future. An analysis of existing model curricula of IS, mainly focusing on the ACM model curriculum [5] and the German Model Curriculum for business information systems [19], showed that just few aspects of internalization were introduced in the model curricula [13]. This supports the prediction made by Deans and Loch [3] that the adaptation of the curriculum will not be done in the nearer future.

In this paper, we present the results of a study aiming at verifying the identified competence categories and identifying an initial set of generic competences for these competence categories as well as the validation of the complete study. This leads to the following research questions for our study:

- Which categories of competences are important for an internationalized IS curriculum and as how important are they seen?
- Which are the most important generic competences for each category as a basis for learning service design?

## 2 Background

### 2.1 Competence

A variety of definitions of competences is currently discussed (cf. [6][11]). There are, depending on the research community, differences in the understanding of competences and related concepts like competency and learning outcome. As a basis, we use the related concept Learning Outcomes (LO), defined in the European Qualification Framework as “[...] statements of what a learner knows, understands and is able to do on completion of a learning process” [4]. When applied to a certain problem in a certain context, Learning Outcomes can be seen as competences. We define thus competences as *a collection of skills, abilities, and attitudes to solve a problem in a given context*.

To identify competences and competence categories relevant for an international IS curriculum, different model curricula, research papers and competence frameworks were analyzed. Table 1 shows an overview of perspectives and focus areas of analyzed sources.

Source Name	Source Type	Reference
ACM model curriculum	Model curriculum	[5][16]
Business Information Systems	German model curriculum	[19]
American Assembly of Collegiate Schools of Business International business curriculum	Model curriculum	[1]
The MBA Core Curricula of Top-Ranked U.S. Business Schools: A Study in Failure?	Research	[12]

**Table 1:** Examples of analyzed sources for competences and competence categories

The analysis of the literature review revealed that the sources included competences from different categories. From the analysis, we have derived an initial classification of competences which correspond to main challenges in global settings (see [2][14]) and domain-specific competences (cf. [5]). We can distinguish between inter- or cross-cultural, communication, collaboration, project and knowledge management and domain-specific competences. Examples for these competences are the ability to share knowledge and the ability to use other people's knowledge and expertise. The aspects of knowledge management were included in different categories such as collaboration and project management.

It became also clear that the competences were not always categorizable to just one of the before mentioned categories. Instead they could be seen as cross-category competences combining e.g. cross-cultural and communication competences or communication and management competences. The competences of each category additionally included ICT competences (Information- and Communication technology competences) such as using the right medium for communication. In the categories communication and collaboration, competences within the different sources were coherent and the same competences were included in most of them, just using a slightly different phrasing. As already mentioned, intercultural and ICT competences were strongly connected to competences of different categories and just few competences belong purely to these categories could be identified. The identified competences are additionally not on an atomic detail level, meaning addressing just one specific aspect. Instead they are combinations of atomic competences addressing several aspects such as the ability to adapt and adjust strategies, goals and plans according to the situation.

According to our definition of competences a set of different sources were analyzed. Hereby, we identified competences from different subject areas or categories included in the framework. The following chapter will give a deeper inside into these categories and their origin from the literature.

## **2.2 Internationalization Curriculum**

In this chapter, we present basic findings regarding necessary competences from international IS project work as well as from our literature review regarding challenges to individuals and organization in global IS projects.

As a basis for our work, we have analyzed literature on global (software development) projects regarding main barriers and success factors and existing model IS curricula such as the ACM model curriculum. We also analyzed the literature for intercultural competences necessary in international settings. Outgoing from these findings we will develop a curriculum and set of competences for international IS. As one of the main influence factors for the internationalization curriculum we analyzed literature on barriers and success factors for international work. We assume that success factors related to knowledge and skills can be directly translated into concrete competences. Carmel [2] identified five main barriers for distributed teams: geographical dispersion, loss of communication richness, coordination breakdown, loss of team awareness and cultural differences. To be able to overcome problems caused by these influence factors, team members should have according competences to deal with those problems. According to Holden [8], knowledge management is a crucial aspect for the success of global teamwork. Prikladnicki, Audy and Evaristo [14] point out that especially knowledge sharing is important.

Based on barriers and curricula, we have structured the competences as shown in Figure 1.

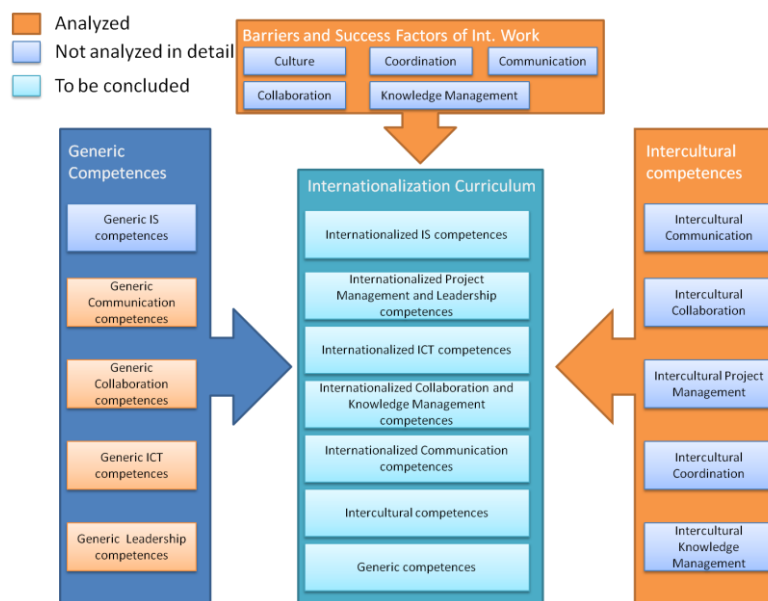


Figure 1: Framework of the international IS curriculum

The categories of this curriculum are named as internationalized competences, in the rest of the paper we will refer to these categories without this specification but assume the usage in an international setting. The figure also shows that generic competences can and will be part of the internationalized curriculum. Seven different categories were identified. These are:

- **Generic competences** which includes unchanged and generic competences from different categories but focusing mainly on domain specific competences.
- **IS competences** focusing on domain specific IS competences adapted for the international context.
- **ICT competences** ranging from basic computer skills and skills to operate different programs to more complex knowledge about IT Architectures, Security and Management.
- **Project Management and Leadership competences**, which could also be referred to as Coordination competences, covering areas such as basic business competences, team management and work distribution.
- **Collaboration and Knowledge Management competences** including knowledge sharing and transfer as well as work attitudes in an international team.
- **Communication competences** which focus strictly on the exchange of messages and information in verbal and written form including choice of communication style and management of communication.
- **Intercultural competences** including cultural awareness and understanding of cultural differences.

The role of intercultural competences has to be further analyzed as it is foreseen that intercultural competences influence competences of the other categories, meaning that for example communication styles and group work behaviors have to be adapted to be successful in an international context. Especially for the IS competences this relation is unclear at this point



and will therefore be not part of this study. We will address this problem in a later qualitative study with several domain experts to analyze which competences have to be adapted. We therefore focus on the last five categories as they are already established in different subject areas such as international business. We proposed a differentiation and will refer to these five categories as internationalization competences while we will refer to the IS competences (generic and internationalized) as domain competences.

The competences related to knowledge management in the combined category with collaboration should be seen as group knowledge management and by that focusing largely on the sharing and transfer of knowledge. Aspects of knowledge management can also be found in other competence categories such as organizational knowledge management in the category of project management and techno-centric knowledge management in the categories of ICT and IS competences.

### 3 Methodology

The study presented in this paper is part of a research strand targeted at establishing a detailed competence framework and new IS curricula. The main competence categories and competences for this framework and potential curricula are not yet established. Furthermore, we aim at taking the perspective of all involved stakeholder groups into consideration. Therefore, we conduct an explorative study. This is done both by an in depth literature review and qualitative studies with experts of the field. We expect that the analysis of these studies will provide a wide set of competences and competence categories. To filter the results for the most important competences to be included in our framework and in upcoming curricula, we will additionally use quantitative studies covering all stakeholder groups. Therefore, we apply a mixed method approach [7][9].

The main aim of the presented first study is to identify and validate competence categories and an initial set of competences for each category and to control the validity and reliability of our approach. We aim also at providing a sound methodology which can be used to explore competences for specific domains (e.g. E-Business). In the first step, we focus on generic competences and competence categories identified by an in depth literature review to analyze their suitability for an internationalized curriculum. We hereby also focus on the internationalization competences as described in chapter 2.2.

To validate the competence categories and according competences, we ask participants how important they see each of the identified items and whether they suggest additional items to be included. We rank competence categories and competences by importance to analyze which of them should be included in our framework. The results of the qualitative question regarding additional categories and competences were ranked according to the number of mentions. The additional mentioned categories and competences will be analyzed in further studies.

Besides establishing a competence framework, our target is to validate and reliability of our study. We validate our study by analyzing external validity, understandability of specific competences. According to Järvinen [10], the external validity describes to which extend conclusions would be transferable to other people in other locations at other times. The external validity was addressed in our approach by the random selection of participants from all major stakeholder groups. The study will also be applied in the future in a different setting and context to further analyze the external validity. The understandability of the questions and competences

is addressed by using a face validity approach [10]. This means we conduct qualitative interviews with chosen participants of the study of each stakeholder group to gather their feedback regarding the questions and competences. In these interviews we focus especially on the detail level of the competences. This means that we will analyze if the granularity of the competences fits the understanding of participants or if we should change to a different granularity in the competence phrasing.

To check the reliability of the study we focus on the internal consistency reliability [17]. It will be analyzed by calculating the deviation between the ratio of importance of a competence category and the average of the competences in this category.

## 4 Study

### 4.1 Study design

In our literature review, an initial set of generic competences was identified. By this analysis, we identified all together 98 different competences: 24 communication competences, 26 collaboration competences, 17 project management competences, 17 intercultural competences and 14 ICT competences. The identified competences are not atomic competences meaning that they can be split into more detailed competences. By this, the competences are better understandable. After an in depth analysis the competences could be clustered into 59 unique competences. Most of these competences are generic competences meaning that they were not internationalized at the point of the study. At the first step the target is to identify a set of possible competences for the internationalization competence categories and in the next step these competences will be enriched by international and cultural aspects. However, few competences had already the international aspect. Outgoing from these findings a first quantitative questionnaire focusing on the relevance of both the competence categories and the specific competences was designed. The categories and according competences were presented to the participants and participants to rate their importance on a five point Likert scale (1 *unimportant*, 5 *very important*). The participants also had the options to suggest additional categories and competences for each category.

To get a good overview of requirements for the internationalization of the IS curriculum a wide range of different stakeholder groups were addressed. All together 76 people were asked to participate in the study. Of these, 33 people (about 42%) answered the questionnaire completely and were used for the analysis. These 33 were in particular:

- Higher Education Teachers / Researchers in IS (20 participation requests / 16 Responses)
- Students (40 participation requests / 12 Responses)
- Professionals (Graduates/HR Managers, 16 Participation requests / 5 Responses)

The participants were chosen randomly to incorporate the different stakeholder groups. They were addressed by several stakeholder specific mailing lists such as student and faculty mailing lists, business sector mailing lists and several more. As one of the main aims of this study was the validation of the approach a small number of participants were sufficient. The results will be used to engage in a large scale quantitative and an additional qualitative study. However, the aim of this paper is not to compare the needs and requirements of the different stakeholder groups. For exploring the views of the target groups in-depth, we chose the small sample size in this study.

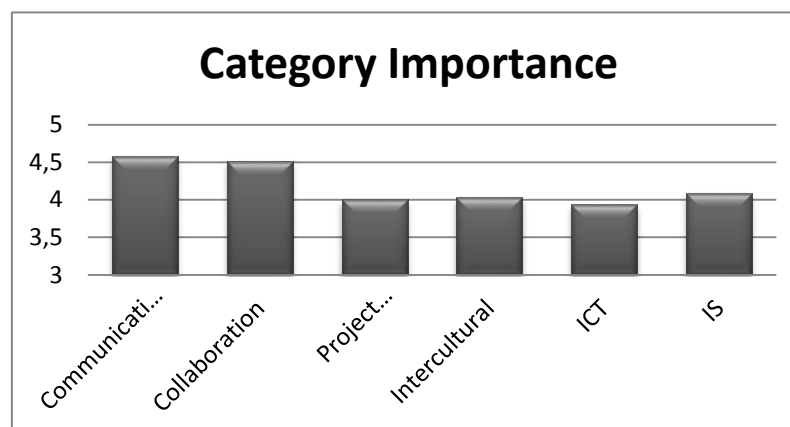
## 4.2 Findings

In this chapter, we present the first results of the study. We focus on the importance of the different categories and competences for each category.

### 4.2.1 Importance of competences

The analysis of the results showed that the competence categories communication and collaboration were seen as the most important categories. The importance of these two categories was even seen higher than the importance of the domain specific IS competences. Unlike these categories, ICT competences were seen as the least important for an internationalized IS Curriculum. A full overview of the importance of the categories is shown in Figure 2.

The intercultural competence category was seen almost as important as IS competences. But due to the fact that over 10% of all participants referred to intercultural competences (e.g. knowledge of different religions, cultural knowledge, cultural empathy etc) when asked for additional competence categories, it can be concluded that this category is quite unknown to the participants and needs more elaboration and investigation. This can be explained by the fact, that intercultural competences are not included in the analyzed model curricula.



**Figure 2: Category importance**

Additionally, economics and business competences were mentioned by the participants. These competences are integrated in the German [19] but not in the ACM model [5] curriculum.

Summarized the findings show that the identified competence categories are all seen as important but that additional categories like basic business competences should be considered for future studies. For each of the identified categories, the participants were asked to rate the importance of specific competences from our literature review. The average importance of all competences is between 3,3 (a bit above neutral) and 4,75 (a bit under very important). This shows that our literature review captured a set of important competences for each category. The most important competences for each category are shown in Table 2. The competences presented in the table are generic competences (see chapter 2.2 and 4.1 and participants were asked how important they would see these in international settings. In the forth column we present the status of the competence meaning if the competence is generic and most likely will stay generic or if it is internationalizable. However, this information was not part of the study and has to be verified with experts.

Category	Competence Description	Importance	Status
Communication	Ability to communicate sensitively taking into account other personalities and cultures	4,36	Internationalized
	Ability to listen to others and consider their thoughts	4,3	Internationalizable
	Ability to communicate clearly and articulately	4,27	Internationalizable
	Ability to focus on key points during communication	4,27	Generic
Collaboration and Knowledge Management	Ability to build national and international relationships and networks on a professional level	4,4	Internationalized
	Ability to share information and knowledge with the team	4,3	Internationalizable
	Ability to collaborative problem resolution	4,24	Internationalizable
	Ability to understand other peoples perspectives, needs and values	4,24	Internationalizable
Project Management and Leadership	Ability to manage own work	4,46	Generic
	Ability to use other peoples expertise and knowledge	4,46	Generic
	Ability to take responsibility	4,33	Internationalizable
	Ability to make decisions	4,33	Internationalizable
Culture	Foreign language skills (e.g. English)	4,76	Internationalized
	Understanding of the influences and implications culture has in work life	4,33	Internationalized
	Ability to adjust to different cultures	4,12	Internationalized
	Ability to evaluate perspectives, practices and products from multiple cultural perspectives	4,12	Internationalized
ICT	Ability to align ICT with the business requirements	4,27	Generic
	Understanding of importance and limitations of different information sources	4,09	Internationalizable
	Ability to find quality information with the help of ICT	4,06	Generic
	Ability to identify problems with ICT	4,06	Internationalizable

**Table 2: Most important competences per category**

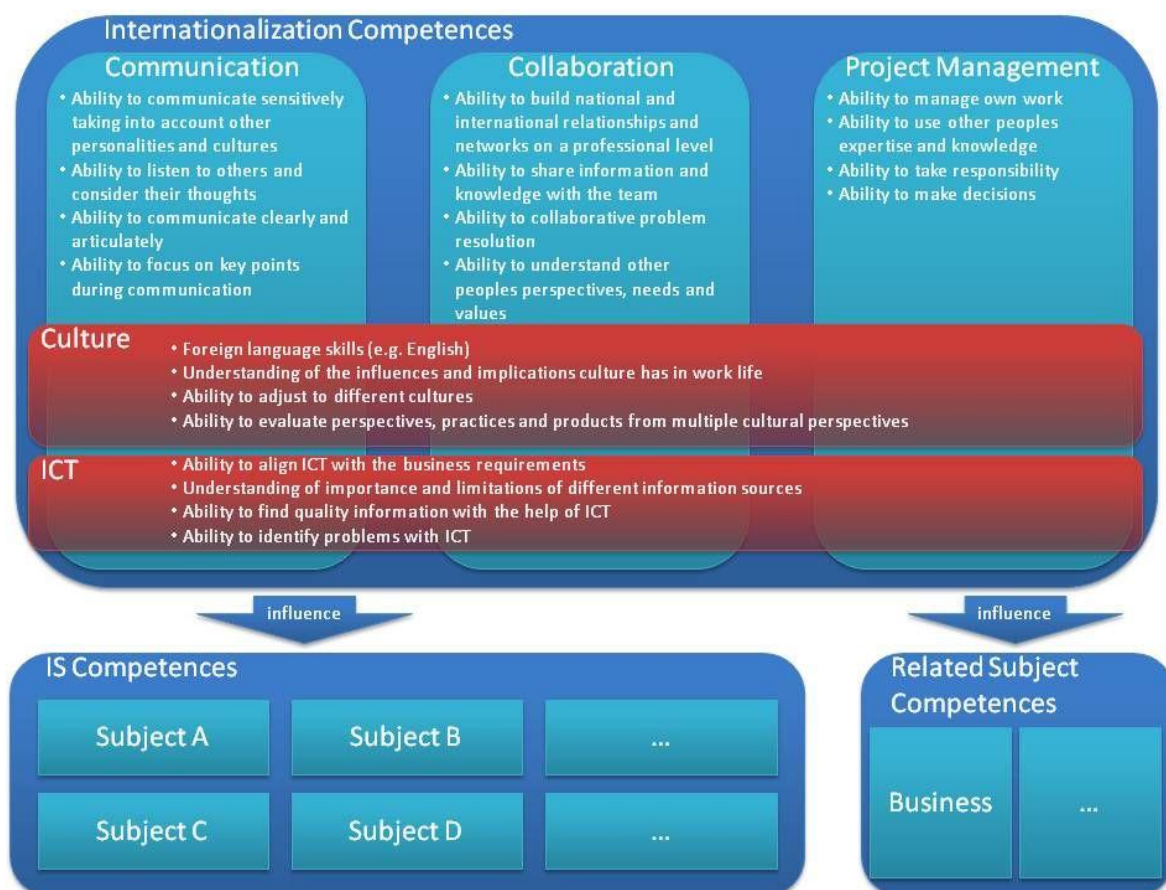
It can be seen that common language skills – in the culture category - are seen as the most important competence for a graduate of international IS studies. This finding is in line with the results of our literature review. In most sources language skills were seen as crucial for the success in an international setting. English skills can be seen as a substitute for finding a common language between all partners involved in the collaboration and team work. This might be English for most projects but could also be any other language depending on the involved nationalities. Furthermore, the qualitative questions regarding additional competence categories showed, that the participants felt that language competences should be an own category. According to these two results a language category will be considered. The ability to align ICT with the business requirements (as additional competences) is seen as the most important

ICT competence but was just mentioned in one of the sources in the literature review. In contrast to that competences like the ability to adapt the communication style to fit the audience and the ability to choose the appropriate medium for the communication, which were included in most competence frameworks, are not seen as most important from our participants.

As a summary, all competences were given an average importance of over three (neutral) and shall be included in the initial set of internationalization competences. Further studies have to be conducted to identify a clear ranking of the importance of the competences.

#### 4.2.2 Framework for the Internationalization of IS Curricula

Based on the presented results, an outline for the internationalization of the IS curriculum was identified. The outline of a first curriculum draft is shown in Figure 3. It is divided into three main fields, namely internationalization competences which may influence related subject competences and IS competences.



**Figure 3: IS internationalization curriculum**

The internationalization competences are, according to our classification (see 2.2), divided into communication, collaboration, project management, culture and ICT. Culture and ICT are displayed as horizontal boxes in the figure to visualize the impact they have to the other competence categories. A good example for this is the first competence presented in communication (Ability to communicate sensitively taking into account other personalities and cultures) which is clearly influenced by the category culture. For each internationalization competence category the four most important competences from Table 2 are shown.

The related subject competences include at the moment just business competences. These have to be clearly separated from project management competences. We understand business competences on a high level, according to the definition given by the University of Adelaide in their capability definition, as “the understanding of key business drivers for performance and use of sound business practices and the ability to use sound commercial principles in all areas of responsibility” [18]. A further differentiation and specialization will be included in upcoming studies.

Due to the high importance of language competences in the results and the mentioning of these as an additional category it can be discussed if these should be seen as an own related subject. A different option would be to include the language competences into the internationalization competences similar to culture and ICT competences. This can be favoured because the language competences will also influence the other competence categories. It can also be argued, that language competence fall into the communication category and build a foundation for further culture competences. This will be analyzed in a later stage.

The IS competences (and how they are influenced by the internationalization competences) were not included in the presented study and will be analyzed as one of the next steps. The sub domains of IS are not presented in the Framework as they were identified outgoing from existing model curricula but not verified in this study. The verification of these categories and an initial set of competences for each category will be the next step. Especially the influences of cultural differences have to be analyzed. Therefore, a qualitative approach will be taken.

The results show that the literature findings were valid. We extended those based on our study. Nevertheless, because of the limitations of this study further validations have to be carried out.

#### 4.3 Validity, Reliability & Limitations

As described in chapter 3, we use the deviation of the importance for each category to the average importance of the competence of the category to analyze the internal consistency reliability. The results of this analysis can be seen in Table 3.

Category	Category Importance	Average Competence Importance	Deviation
Communication	4,58	4,03	0,55
Collaboration	4,52	4,05	0,47
Project Management	4	4,09	-0.09
Culture	4,03	4,03	0
ICT	3,94	3,95	-0.01

**Table 3: Consistency, reliability & deviations**

Table 4 shows the average importance of each category, the average importance of the competences of each category and the deviation between those two. The deviation for the categories project management, culture and ICT are zero or close to zero. This means that the importance of the category and the competences are in line. We therefore conclude that the identified competences are suitable and an initial reliability for these categories is given. Both will be analyzed in upcoming studies.

#### 4.4 Utilization of the Framework

The framework and the identified competence categories and according competences are a first step towards modernization of existing learning services. With the help of these findings we enable university to analyze their offers in terms of IS education and give a first impression how an existing should be adapted to fit the new and changed requirements of the industry. Aspects such as cultural learning, communication and project management are underrepresented in existing IS learning services and curricula but pose a big challenge in today's work life. By integrating these aspects into existing curricula a better fit to industry requirements can be achieved.

From the perspective of industry our research and results give a first impression which individual competences of employees are candidates to lead to an enhanced individual and therefore in the long run organizational performance. Organizations can use the results as a basis for the creation of specific job profiles and can therefore improve their staffing and recruitment practices and processes. They will additionally be able to better analyze the potentials of employees for specific positions within the organization and improve their organization internal employee development and knowledge management as important knowledge, competences and skills besides the domain specific competences were identified.

### 5 Conclusions & Outlook

In our literature review, we identified a classification and an initial set of internationalization competences and their importance for the IS domain. The study confirmed these findings and some additional categories and competences were proposed and can be analyzed. We also identified an initial set of highly important competences for each category. These competences are valid candidates to modernize existing learning services to achieve a better fit the requirements for companies for graduates ready to work in the international market.

According to these findings, we derived a framework for the internationalization of the IS curriculum. The framework can be utilized both from educational and industrial perspective to design and improve specific learning services as shown in chapter 4.4 This framework will be both used to structure future research and extended and adapted according to new findings.

The results and also the user feedback have shown that more investigation of specific aspects, like the ranking of the importance of the competence categories, is necessary. Therefore, we can see the results of this study as a good starting point for further studies. The positive feedback regarding the relevance of the study from all stakeholder groups shows the needs for the internationalization of the IS curriculum. In the next step, further competences will be derived and validated. Potential future research aspects include the following:

- Analyzing the internationalization of the presented competences including the questions which competences have to be adapted and which stay unchanged
- Analyzing the domain specific IS competences and the influences the internationalization has on them
- Refining competence categories for specific sub-domains / career paths (e.g., E-Business, Software Development)

- Ranking the importance of the competence categories and competences
- Comparative study for different stakeholder groups
- Qualitative analyses to identify changes to the IS competences

Our study serves therefore as a basic framework for internationalizing IS competence frameworks and curricula and as guidance for further research in this field. To address the above mentioned aspects further studies including a Delphi study with an expert group are planned and will lead to an initial proposal for an internationalized IS curriculum.

## 6 Acknowledgment

This research has been co-funded by the European Commission within the eContentplus targeted project OpenScout, grant ECP 2008 EDU 428016.

## 7 References

- [1] Albanese, R (1993) Competency-based Management Education. *Journal of Management Development*, 8(2):66-79.
- [2] Carmel, E (1999): *Global Software Teams – Collaborating Across Borders and Time-Zones*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- [3] Deans, PD; Loch, KD (1998): A Longitudinal Assessment of Trends Toward Internationalization of the Information Systems Curriculum, *Journal of Education for MIS*, 5(1):9-18.
- [4] European Communities (2008): *The European Qualifications Framework for Lifelong Learning (EQF)*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- [5] Gorgone, JT; Gray, P; Stohr, EA; Valacich, JS; Wigand, RT (2006): MSIS 2006: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Programs in Information Systems. *Communications of AIS*, 17(1):121-196.
- [6] Grant, S; Young, R (2010): Concepts and Standardization in Areas Relating to Competence. *International Journal of IT Standards & Standardization Research*, 8(2): 29-44.
- [7] Greene, JC ; Caracelli, VJ (1989): Toward a Conceptual Framework for Mixed-Method Evaluation Designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3):255-274.
- [8] Holden, N (2002): *Cross-Cultural Management – A Knowledge Management Perspective*. Harlow: Prentice Hall.
- [9] Johnson, RB; Onwuegbuzie, AJ (2004): Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7):14-26.
- [10] Järvinen P (2001): *On Research Methods*. Tampere, Finland: Juvenes-Print.
- [11] Najjar, J; Derntl, M; Klobučar, T; Simon, B; Grant, S; Pawlowski, JM (2010): A Data Model for Describing and Exchanging Personal Achieved Learning Outcomes (PALO). *International Journal of IT Standards & Standardization Research*, 8(2):87-104.



- [12] Navarro, P (2008): The MBA Core Curricula of Top-Ranked U.S. Business Schools: A Study in Failure?. *The Academy of Management Learning and Education*, 7(1):108-123.
- [13] Pawlowski, JM; Holtkamp, P; Kalb, H (2010): Globalization Competencies in Information Systems and E-Learning. In: Tyrväinen, P; Jansen, S; Cusumano, MA (eds) *Workshop on Competencies for the Globalization of Information Systems in Knowledge-Intensive Settings*, 1st International Conference on Software Business, Jyväskylä, Finland.
- [14] Pawlowski, JM; Schrader, H; Khatami, P; Adelsberger, HH (2008): The Globalization Technology Competency Framework for the Knowledge Worker – an E-Learning Program for Enterprise Resource Planning. *European e-skills Conference*, Thessaloniki.
- [15] Prikladnicki, R; Audy, JLN; Evaristo, R (2003): Global Software Development in Practice Lessons Learned. *Software Process Improvement and Practice*, 8(4):267-281.
- [16] Topi, H et al. (2010): IS 2010: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. *Communications of the AIS*, 26(18):359-428.
- [17] Trochim, WM (2006): *The Research Methods Knowledge Base*, 2nd Edition. Available at: <http://www.socialresearchmethods.net/kb/> [Accessed 1 September 2011].
- [18] University of Adelaide (2010): *Capability Definition. Performance Excellence*. University of Adelaide, Australia.
- [19] Wissenschaftliche Kommission der Wirtschaftsinformatik (2007): *Rahmenempfehlung für die Universitätsausbildung in Wirtschaftsinformatik*. [Framework recommendations for the Curriculum of Business Information Systems in Higher Education], *Wirtschaftsinformatik*, 49(4).



# Technische und organisatorische Potentiale eines E-Learning Wertschöpfungsnetzwerks in der Cloud

**Stefan Bensch**

Universität Augsburg, Institut für Wirtschaftsinformatik und Systems Engineering,  
86159 Augsburg, E-Mail: stefan.bensch@wiwi.uni-augsburg.de

## Abstract

Online Lernen ist eine Komponente der Bildung im universitären Umfeld. In der letzten Dekade hat sich ein umfangreiches Angebot unterschiedlicher E-Learning Angebote und damit verbundene Technik etabliert. Neue technische Möglichkeiten sind ein wesentlicher Treiber für die weitere Entwicklung. Hochschulen und Unternehmen stehen vor ähnlichen Herausforderungen um auf neue Anforderungen flexibel zu reagieren. Der vorliegende Artikel zeigt, wie technisch durch das Konzept Cloud Computing eine effiziente Nutzung von Ressourcen und Nachhaltigkeitsforderungen für E-Learning erreicht werden können. Organisatorisch tragen Cloud Lösungen das Konzept eines Bildungsnetzwerks und können die Entstehung nachhaltiger Bildungsprodukte-as-a-Service befruchten.

## 1 Einleitung

Gegenstand aktueller Forschung sind die in den letzten zehn Jahren immer populärer gewordenen Methoden des Online- oder auch Blended-Learning [25, 31, 36]. Eine Umfrage des deutschen Bundesinstitutes für Berufsbildung konnte Hemmfaktoren, die einer zügigen Einführung von E-Learning entgegenstehen, begründen [25]. Neben der unübersichtlichen Vielfalt an E-Learning Angeboten [38], konnte vor allem die technische Sphäre als ein entscheidender Erfolgsfaktor dafür identifiziert werden [10, 25]. Lernplattformen gehören aufgrund der Vielzahl integrierter Anwendungsprogramme und Medienformate zu komplexen technischen Softwarearchitekturen. Eine Lernplattform ist ein komplexes Softwaresystem, dass aufgabenspezifische Teilprogramme integriert, mit denen Lernszenarien unterstützt werden. Eine der zentralen Aufgaben für den Betrieb von E-Learning Systemen besteht darin, technologischen Herausforderungen von Lernplattformen zu begegnen [30]. Organisatorisch erschwert die Auswahl von Partnern im unübersichtlichen Markt die Realisation von E-Learning [21]. Technisch und organisatorisch ist von Interesse, ob mit Cloud Computing in Wertschöpfungsnetzwerken dem Betrachtungsgegenstand entgegengewirkt werden kann [7]. Ein *Wertschöpfungsnetzwerk* ist ein Netzwerk von Akteuren, die über mehrere Stufen in Beziehung stehen und an der Wertschöpfung beitragen [7, 33]. Aufgrund von Informationen über die Netzwerkteilnehmer kann schließlich das Wertschöpfungsnetzwerk gebildet werden. So führt der Weg von den klassischen

E-Learning Softwaretechnologien hin zu Software-as-a-Service (SaaS) Angeboten, die technisch mehrere Datenquellen und organisatorisch Bildungsanbieter und Bildungsabnehmer miteinander verknüpfen können. Gerade die Betrachtung von Netzwerken scheint durchaus en vogue zu sein und erweitert die wissenschaftlich thematisierten Bildungsnetzwerke. Die Betrachtung der Organisationen und Institutionen verspricht ein hohes Innovationspotential. Jüngst wird das Interesse durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen der sog. Trusted Cloud gefördert [42].

Eine systematische Auseinandersetzung mit dem Gegenstand des Cloud Computing soll zukünftige Potentiale und Handlungsfelder für den Entwurf leistungsfähiger Lernplattformen zur Unterstützung der Lehre im universitären Umfeld aufzeigen. Dafür resultieren für den vorliegenden Beitrag 2 Kernfragen, denen grundsätzlich nach dem Design Science Paradigma für konstruktionsorientierte Forschung, als eine anerkannte Methode der Informationssystemforschung [23, 32] nachgegangen wird:

- Welche technischen und organisatorischen Potentiale hat Cloud Computing für Lernplattformen und Akteure im universitären E-Learning Umfeld?
- Wie kann aktuellen Anforderungen begegnet werden und welche nicht hinreichend behandelten oder neuen Forschungsfragen können aus veröffentlichten Ansätzen identifiziert werden?

Damit soll aufgezeigt werden, ob die Gestaltung von Cloud Ansätzen und die Bereitstellung von Diensten für etablierte und zukünftige E-Learning Technologien geeignet sind, um technische und organisatorische Herausforderungen im universitären Umfeld zu begegnen. In Kapitel 1 wird die Notwendigkeit der Untersuchung von Potentialen motiviert und das Forschungsdesign beschrieben. In Kapitel 2 wird systematisch der aktuelle Forschungsstand zu Cloud Computing bezugnehmend zu eingesetzten Lernplattformen aufgezeigt. Ferner werden Aufgaben und Konzepte eines E-Learning Szenarios und deren Anwendung im universitären Umfeld skizziert. Potentiale werden in Kapitel 3 zusammengeführt. Vor diesem Hintergrund dokumentiert der Beitrag in Kapitel 4 Potentiale mit Anforderungen für die Realisierung von E-Learning Systemen in der Cloud im universitären Umfeld. Kapitel 5 gibt eine Zusammenfassung und einen Ausblick auf weitere Forschungsfragen.

## 2 E-Learning und Technologien im universitären Umfeld

E-Learning ist eine Form des Lernens, und soll hier ein Lernen bezeichnen, das durch Informations- und Kommunikationstechnologien und Netzwerkorientierung, organisatorisch und technisch unterstützt wird. E-Learning wird im universitären Umfeld in Insellösung, oft losgelöst von der universitären IT-Infrastruktur eingesetzt und betrieben [19]. Selbst in einer Fakultät kann der Einsatz verschiedener Lernplattformen zur Unterstützung von E-Learning beobachtet werden. Dass, obwohl sich die Lernplattformen angleichen [19, 38]. Dies konnte in jüngeren Untersuchungen gegen dokumentierte und etablierte Funktionskataloge evaluiert werden [38]. Aus *ökonomischer* und *technologischer* Sicht ist daher die Mehrfachverwendung von Lernplattformen, deren Komponenten und Inhalte interessant. Das Ziel der Mehrfachverwendung multimedialer Lernmaterialien kann durch die Verwendung bedeutender Standards erreicht werden (z.B. LOM, SCORM, AICC). Für die Mehrfachverwendung von E-Learning Technologien existieren vielversprechende Ansätze, wie der Aufbau serviceorientierter Architekturen [22] oder Komponenten-Anwendungs- und Komponenten-System Frameworks [35, 48]. Aktuelles Interesse

besteht mit der steigenden Popularität von Cloud Computing an der Technologie, IT-Ressourcen und Dienste über das Internet für E-Learning in Bildungsnetzwerken nutzbar zu machen [42]. In der Vergangenheit wurde dieser Aspekt bereits als die nächste Generation von E-Learning postuliert [14].

## 2.1 Aktueller Forschungsstand zu Cloud Computing im E-Learning

Publizierte wissenschaftliche Artikel zu E-Learning in der Cloud wurden mit einer systematischen Literaturanalyse erhoben. Hierfür wurde im Februar 2011 in den etablierten Online-Datenbanken EbscoHost [17], ACM Portal [1], AIS Digital Library [2], IEEE Xplore [24] und dem Internet unter Benutzung von Suchstrings eine Recherche durchgeführt. In den Online-Datenbanken wurden die Suchstrings wie ((cloud OR cloud computing OR SaaS OR PaaS OR IaaS OR virtualization) AND (e-learning OR blended-learning)) im Singular und Plural (flexivisch), in deutscher und englischer Sprache, in abgekürzter und ausführlicher Form, mit und ohne Viertelgravierstrich im Titel und der Kurzfassung durchsucht. Die Internetrecherche wurde mit der Suchmaschine Google durchgeführt.

Dabei fällt auf, dass bisher nur wenige wissenschaftliche Beiträge, beginnend im Jahr 1998 veröffentlicht wurden. Die Arbeiten untersuchen aus der betriebswirtschaftlich *organisatorischen Perspektive* im Sinne dieser Arbeit einerseits die konzeptionelle Zusammenstellung von Cloud Akteuren und ihre Rollen in einem neuen Cloud Computing Wertschöpfungsnetzwerk. Dabei wird der Fokus auf die konzeptionelle Entwicklung eines generischen Wertschöpfungsnetzwerks gerichtet [28]. Ferner werden in diesem Sinne positive Auswirkungen und Herausforderungen von Cloud Computing Architekturen auf E-Learning Lösungen untersucht. Vorschläge für ein Projektmanagement werden dargestellt [34]. Ein Framework zur benutzergesteuerten Datenanalyse wird besprochen [49]. Für die langfristige Gesamteffizienz der Cloud Computing Nutzung im Bereich der E-Learning Systeme werden bereits Effizienzkennzahlen vorgeschlagen [34]. Andere Beiträge zeigen erste Erfahrungen mit dem Einsatz überschaubarer Cloud Architekturen in der Praxis [29].

Aus *technischer Sicht* werden Mechanismen einer E-Learning Systemarchitektur mit Cloud Computing Infrastruktur bzgl. Stabilität, Gleichgewicht, effiziente Nutzung von Ressourcen und Nachhaltigkeit des E-Learning Ökosystem untersucht [14]. Ferner werden Architekturen, Kernkomponenten und Technologien zur Virtualisierung diskutiert, um Verbesserungen wie Performance, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit von E-Learning Technologien hervorzuheben, aber auch Risiken der Datenhaltung anzugehen [13].

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Einführung von Cloud Computing in *E-Learning machbar* ist und lassen erhebliche Verbesserungen erwarten [27].

## 2.2 Informationstechnisch unterstützte Lehrkonzepte

*E-Learning* stellt heutzutage eine elementare Kurs-Komponente moderner Unterrichtsformen dar [16]. Der Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien nimmt damit in allen Bildungssektoren eine wichtige und vieldiskutierte Rolle ein. Demgegenüber stehen *traditionelle Präsenzveranstaltungen* (Face-2-Face-Learning), bei denen der Lehrende in direkten Kontakt zu seinen Kursteilnehmern tritt und Lehrinhalte vermittelt.

Um die Stärken beider Methoden zu vereinen, wurde in den letzten Jahren verstärkt auf den Einsatz sogenannter *Blended-Learning* Konzepte (oftmals auch Hybrid-Konzepte genannt)

gesetzt, bei denen zwischen klassischen Präsenzphasen und selbst gesteuerten Online-Lerneinheiten gewechselt wird. Die Steuerung letztgenannter Online-Lernphasen findet überwiegend über *synchrone Kommunikationstechniken* wie Online-Tutorien und Online-Chats statt, oder aber auch durch *asynchrone Kommunikationstechniken* via E-Mail und Online-Foren [25].

Um derartige Konzepte informationstechnisch zu unterstützen, werden im Wesentlichen drei Konzeptionen bei der Unterstützung mit IT-Infrastruktur beschrieben [9, 37]. Unter dem *Anreicherungskonzept* werden Präsenzveranstaltungen gefasst, die mit multimedialen Komponenten bereichert werden. Einen höheren E-Learning Anteil kennzeichnet das *integrative Konzept*. Obligatorisch zusammenhängende E-Learning und Präsenzanteile verzahnen aufeinander abgestimmte Lernmethoden. Das *Virtualisierungskonzept* zielt auf die Umsetzung eines hohen Online-Anteils ab. In Bild 2 werden derartige Konzepte eingeordnet. E-Learning kann auf heterogenen Technologien basieren und verschiedene didaktische Szenarien unterstützen. Typische Technologievertreter sind auszugsweise Computer Based Training (CBT), Autorensysteme, virtuelle Hörsäle und Learning Managementsysteme. Lernplattformen integrieren technologisch Anwendungsprogramme zu E-Lösungen.

### 3 Perspektiven für E-Learning mit Cloud Computing im universitären Lehrumfeld

Die Erhebung und der Vergleich von Merkmalen der technologischen und organisatorischen Integration mit E-Learning können den Forschungsstand unter Berücksichtigung von Cloud Lösungen feststellen und den Ausgangspunkt für E-Learning Technologien in der Cloud bilden. Ausgehend von den referenzierten Konzepten und Kriterien werden aufbauend Potentiale durch die Nutzung von Cloud Computing beschrieben.

#### 3.1 Cloud Computing

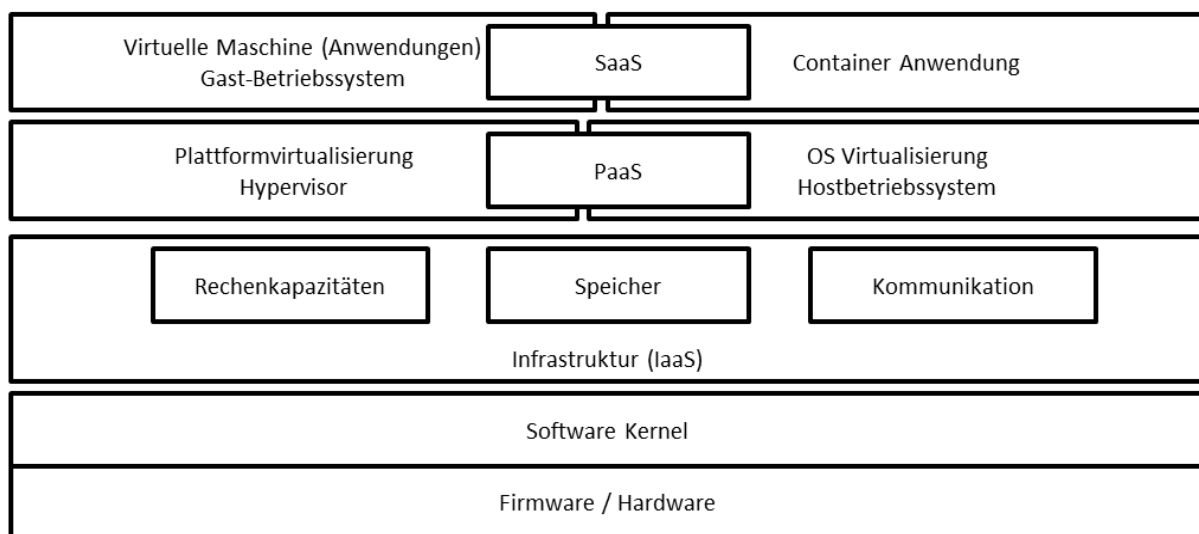
Cloud Computing hat sich im Forschungsfeld der Wirtschaftsinformatik gefestigt. Das Thema wird in zahlreichen Workshops, Konferenzen und Zeitschriften titulierte. In Wissenschaft und Praxis wird bis dato der Versuch unternommen, eine präzise Definition für das Phänomen Cloud Computing zu etablieren. Allerdings gibt es noch keine allgemein akzeptierte Begriffsbestimmung für Cloud Computing. Junge Beiträge fassen hierfür systematisch wissenschaftliche Veröffentlichungen, Expertenmeinungen und pragmatische Beschreibungen aus der Praxis zusammen und unternehmen einen ganzheitlichen Definitionsversuch (vgl. [11, 28]). Das Vorgehen stellt grundlegende Konzepte und generelle Ziele heraus. Dabei stimmen die Definitionsversuche mehrheitlich dahingehend überein, dass mit dem Begriff Cloud Computing im Wesentlichen eine Infrastruktur-, einer Plattform- und einer Anwendungsschicht zu adressieren ist [6]. Referenz [47] entwickeln eine Ontologie mit den zwei weiteren Schichten: Software Kernel sowie Firmware/Hardware, um den Zugang zu den darüberliegenden Schichten mit Virtualisierungstechnologien und Hardware einzuordnen. Der Begriff kann wie folgt zusammengefasst und graphisch dargestellt werden (vgl. Bild 1):

Cloud Computing nutzt Virtualisierung und das Internet, um Ressourcen in Form von Infrastruktur, Plattform und Anwendungen flexibel als Dienst bereitzustellen.

Dabei ist Infrastruktur als Service (IaaS) bezeichnend für den flexiblen und anpassungsfähigen Einsatz von IT-Ressourcen. Ein Beispiel dafür ist der Betrieb virtueller Server oder die Speicherung (Remote Massenspeicher) aus der Cloud, die durch Virtualisierung dynamisch bereitgestellt werden können.

Eine zusätzliche Abstraktionsebene ist Plattform als Service (PaaS). Anstatt einer virtuellen Infrastruktur, werden Software-Plattformen bei Bedarf bereitgestellt. Dabei werden integrierte Laufzeit- und Entwicklungsumgebungen als Dienst zur Verfügung gestellt. Ein bekannter Vertreter ist die Google App Engine [20].

Auf der Anwendungsebene werden Dienste und Dienstleistungen angeboten (SaaS). Nutzer können auf die gehosteten Cloud-Dienste zugreifen. SaaS wird als eine Methode zum Deployment von Software definiert, bei der Applikationen über das Internet als Service angeboten werden. Als typisches Anwendungsszenario steht der Zugriff über eine Oberfläche mittels eines Internet-Browsers auf die Applikation im Vordergrund. Im engeren Sinne des Begriffs "Service" kann Funktionalität auch über eine "Web-Service"-Schnittstelle aufgerufen werden. Damit ist die Einbindung externer Dienste in eigene Anwendungen gegeben [5]. Die Schicht stellt eine Alternative zur Ausführung lokaler Applikationen dar. Ein Beispiel hierfür sind typische Büroanwendungen wie Textverarbeitungsprogramme, die als Desktop Anwendungen auf einem entfernten Computer installiert sind. SyberWorks und andere Unternehmen arbeiten bereits „in der Cloud“ und hosten Kundentraining und Materialien seit einiger Zeit auf den eigenen Servern [18].



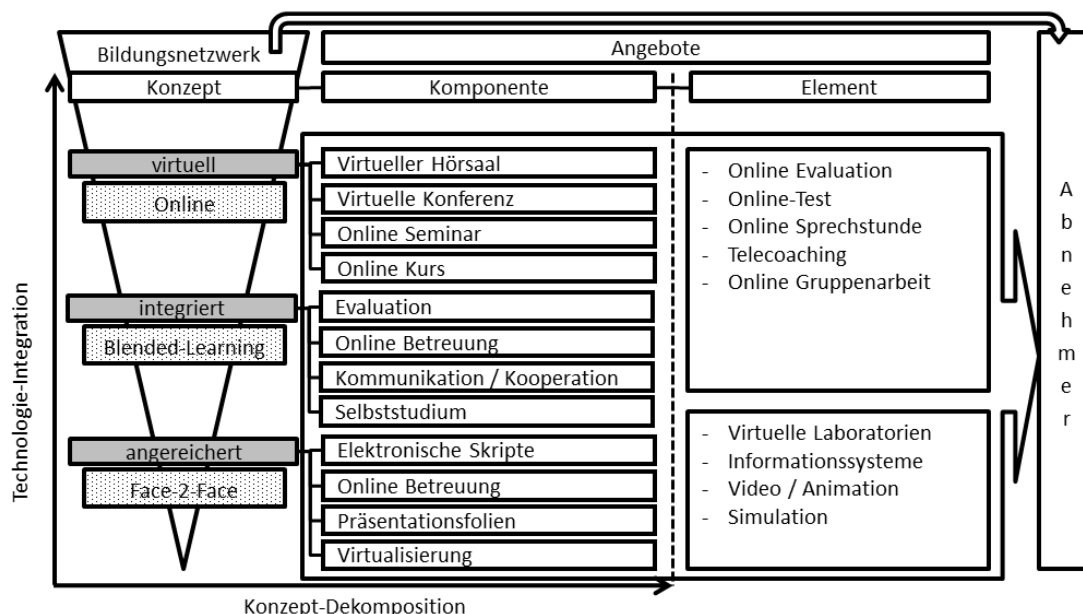
**Bild 1: Cloud Architektur**

Cloud Computing beschreibt ein Konzept, ein Pool von leicht nutzbaren und zugänglichen Ressourcen und wird nicht als neue Technologie verstanden. Cloud Computing kombiniert verfügbare Technologien und bietet diese als Service in konsolidierter Form mit neuen Ansätzen an. Dabei werden in wissenschaftlichen Veröffentlichung als Delta zu bestehenden Ansätzen der serviceorientierten Architekturen oder Grid Computing Themen der nachfrageorientierten Bereitstellung von Diensten und die nutzungsabhängige Zahlung novellistisch besprochen. Die Ressourcen können architekturbedingt dynamisch neu konfiguriert werden und erlauben eine variable Lastverteilung. Der Preis für derartige Leistungen wird in der Regel durch Pay-per-Use Modelle und Service Level Agreements (SLAs) für die Ressourcennutzung bestimmt.

### 3.2 Technische und organisatorische Kriterien

Für die weitere Betrachtung soll kein isoliertes System, sondern ein E-Learning Konzept aus der Praxis näher beleuchtet und dekomponiert beschrieben werden (vgl. hierzu Bild 2). Auf Komponentenebene wird die Abschätzung für Cloud Services auf den Anwendungsbereich im universitären Umfeld ganzheitlich durchgeführt. Für die Betrachtung wurde eine Fallstudie im Arbeitsbericht zu E-Learning Implementierungsstrategien an Hochschulen adaptiert [39]. Die Fallstudie wurde bewusst unter den bekannten Grenzen der Forschungsmethode ausgewählt [40, 44, 46], da die Darstellung die systematisierten Lehrkonzepte inhäriert. Komponenten reflektieren ein weiteres Mal die Technologie-Integration. Elemente werden den Komponenten als Ergebnisartefakt der Fallstudie zugeordnet. Verschiedene Elemente können also zu Komponenten zusammengesetzt werden und bestimmen den Grad der Virtualisierung des gewählten Lehrkonzepts.

Kriterien im Kontext von universitären Betreiberstrukturen für eine erfolgreiche Nutzung für E-Learning zu *Infrastruktur und Technik* sind Ausfallsicherheit, Zugriffsgeschwindigkeit, Datensicherheit und Systemauslastung. *Organisatorische* Kriterien sind die Basis IKT-Kompetenz der beteiligten Organisationen, die mediendidaktische Kompetenz, Planung von Online-Vorlesungen oder die Produktion von Content [26]. Auffallend ist, dass der Netzwerkgedanke konzeptionell weder technisch noch organisatorisch Berücksichtigung findet.



**Bild 2: Konzeptdekomposition nach Grad der Virtualisierung**

Mit der Erhöhung des Grads der Virtualisierung können durch den Einsatz verschiedener Technologien und Lehrinhalte Probleme zwischen den Akteuren auftreten. Einerseits werden durch den Einsatz moderner E-Learning Technologien Systemanbieter integriert, die die bestehende IT-Infrastruktur vor veränderte Herausforderungen stellen können. So besteht die Infrastruktur für E-Learning aus einer Reihe verschiedener Komponenten, die von unterschiedlichen Struktureinheiten arrangiert werden (z.B. E-Learning-Kompetenzzentren, Medienzentren, Rechenzentren). Diese Struktureinheiten sind informationstechnisch zu verzahnen. Charakteristisch hierfür sind Probleme bei der Bereitstellung zentralisierter, personalisierter und bedarfsgerechter Applikationen sowie der bedarfsgerechte Datenaustausch zwischen den Anwendungen.



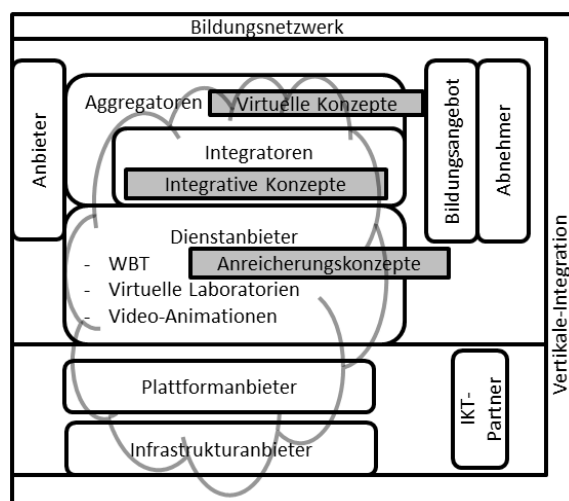
Weiter können durch einzubindende Inhalte von Bildungsanbietern organisatorische Probleme entstehen. Wenn beispielsweise derartige Anbieter Unternehmen sind, die Anwendungssystemschulungen nach dem dualen Modell in die Lehre integrieren, wird Software bereitgestellt. Bei der Einführung betrieblicher Anwendungssoftware zu Schulungszwecken geraten Verantwortlichkeiten der Anwenderebene und der technischen Betriebsebene sowie leitende Geschäftsstellen von Hochschule und Unternehmen in Abhängigkeit. So ist für die Hochschulpraxis im laufenden Betrieb mit Friktionen zu rechnen, da angesichts der Komplexität nicht im Detail antizipiert werden kann, ob neue E-Learning Komponenten von Beginn an problemfrei eingesetzt werden können.

### 3.3 Technische Potentiale und Akteure im der BILDUNGScloud

Potentiale für technische und organisatorische Effekte zeichnen sich Schichtenübergreifend durch die Cloud für E-Learning Szenarien ab. So können Institute Datacenter in hochschulweit gemeinsam genutzte und gleichzeitig sichere Clouds umwandeln, die *Infrastrukturen* und Storage als Service liefern [12]. Mit Cloud Lösungen wird Mandantenfähigkeit entwickelt, die Potentiale der zentralen Installation von Software, deren Wartung und geringeren Speicherbedarf nutzbar machen. Ferner sind Auswirkungen auf fallende Lizenzkosten zu erwarten. Der Aufbau einer hochschulweiten Infrastruktur führt ferner zu einer Integration von Diensten und damit zu Synergien. Qualitäts- und Effizienzmerkmale zeichnen sich ab. Ferner wird die Kombinierbarkeit von Komponenten und Services zu Lernplattformen ermöglicht. Zu den Integrationsvorteilen, die auf der SaaS-Schicht realisiert werden können, gehören die Kopplung verschiedener Systemarten wie E-Learning Systeme mit Bibliotheksanwendungen oder einer Verknüpfung zu Prüfungsverwaltungsdiensten. Aus der Zusammenstellung von Systemen as a Service wird die Möglichkeit gefördert, originäre auf den Bedarf abgestimmte E-Learning Angebote zu erstellen, die ohne dem Cloud Ansatz, der Servicekopplungsfunktionen unterstützt, nur mit einem erheblichen Aufwand zu realisieren wären.

Während in einem integrierten Modell ein Akteur alle Funktionen zur Erstellung komplexer Bildungsangebote wahrnimmt, verteilen sich die Funktionen und damit Wertschöpfungsanteile auf mehrere Beteiligte in einem Bildungsnetzwerk [45]. Basierend auf einer Analyse der Komponenten im E-Learning und der systematisch durchgeführten Literaturrecherche kann abgeleitet werden, dass sich der Betrachtungsraum durch die Nutzung von Cloud Computing hin zu Wertschöpfungsnetzwerken verschiebt, da die informationstechnische Unterstützung die Nutzung von E-Learning überhaupt erst ermöglicht (Bild 3). Wertschöpfungsanteile werden in vielen Branchen zunehmend durch ein Wertschöpfungsnetzwerk erbracht [15]. Oft genannte und anhaltende Beispiele dafür sind Bildungsnetzwerke [30] oder stammen aus der Automobilindustrie [43]. Wie in den Beispielen lässt sich auch der noch junge Cloud Computing Markt betriebswirtschaftlich als Wertschöpfungsnetzwerk erklären [11], indem Kunden beispielsweise Dienste [4], Plattformen [11] und Infrastrukturen [41] einzeln oder als Aggregat [41] vom Dienstanbieter oder einem Aggregator beziehen. Diese und andere Szenarien haben gemein, dass das Wertschöpfungsnetz von strategischer Bedeutung für die beteiligten Akteure ist. Wertschöpfungsnetzwerke stellen dabei eine integrierte Kombination von Akteuren dar, mit dem Ziel ein Bildungsangebot als Ganzes, ökonomisch und technisch zu lösen. Derartige Konzepte sind komplex und ohne informationstechnische Unterstützung nicht durchzuführen [8]. Bildungsnetzwerke wurden bereits untersucht [vgl. 30] und werden mit Cloud Computing unterstützt. Eine Ausprägung ist

WINFOLine, die Privatpersonen im Bereich der Wirtschaftsinformatik Bildungsinhalte bereitstellen. Mit Cloud Computing ist der Betrachtungsraum um jene Akteure zu erweitern, die das Bildungsangebot als Ganzes tragen.



**Bild 3: E-Learning Wertschöpfungsnetzwerk**

*Dienstleister* bieten Inhalte, Dienste oder Systeme über ein Cloud Plattform als Service an. Abnehmer greifen auf diese Dienste, die bereits Bildungsangebote sein können, zentral katalog- oder marktbasiert über die Cloud Plattform zu. Als weiterer Akteur können *Aggregatoren* bestehende Angebote der Dienstleister zu Bildungsangeboten paketieren, um neue Mehrwertdienste über die Plattform anzubieten. Die Rolle der *Integratoren* nehmen Akteure ein, um Informationen aus gewachsenen Systemen schichtenübergreifend zusammenzuführen. Durch die verstärkte Konzentration auf Kernkompetenzen und die fortschreitende technische Standardisierung führt das Schichtenmodell von Cloud Computing zu unterschiedlichen Anbietern, die das Modell des „single-provider“ aufbrechen [3]. Rein technische Aspekte werden durch Cloud-Partner erbracht. Dabei kann der Plattformbetreiber auch Anbieter von Infrastruktur sein. Die Rolle der Dienstleister und Abnehmer tragen z.B. Hochschulen und Unternehmen.

## 4 Schlussfolgerungen für Anwendung und Forschung

Um die Potentiale von Cloud Computing im universitären Umfeld nutzbar zu machen, sind Anforderungen in mehreren Schritten zu begehen.

### 4.1 Beitrag für die Praxis

Für die Anwendungsschicht gilt, dass angebotene Dienste, Zuständigkeiten und Trägereinrichtungen systematisch zu ermitteln sind. Mit der Verdichtung der angebotenen Dienste soll der Versuch unternommen werden, Überlappungen und Konvergenzen zwischen dem Gesamtangebot herauszustellen. Hierfür können dokumentierte Funktionalitäten aus Diensten extrahiert, gegenübergestellt und im Rahmen einer Überdeckungsanalyse auf Divergenzen, Konvergenzen und Vollständigkeit überprüft werden. Identifizierte Dienste und Lücken im Angebot werden als Ergebnisartefakt aus der Überdeckungsanalyse abgeleitet. Dienste und Kernfunktionalitäten sind mit dem Cloud Ansatz so interoperabel wie möglich zu gestalten. Zur Gewährleistung der Dienste ist eine technische Infrastruktur erforderlich. Basisdienstleistungen werden von der Hochschul

IT-Infrastruktur erbracht. Zur Gewährleistung des Cloud-Angebots wird eine flächendeckende Netzwerkinfrastruktur gebraucht, die im Hochschulumfeld weitestgehend von eigenen Rechenzentren betrieben wird. Im Einzelfall bleibt zu untersuchen, in welchem Umfang aus technischer Sicht XaaS Leistungen von Anbietern oder der Hochschule selbst betrieben werden können. Dabei wird die Nutzung der Technologie durch die Reflektion der Dienste bezogen auf das Anreicherungskonzept, Integrationskonzept und Virtualisierungskonzept bestimmt. Die Nutzung und Entwicklung von E-Learning Lösungen wird bei zunehmender Intensität aufbauend auf den Schnittstellen eines Cloud-Providers und den Entwicklungsumgebungen betrieben.

Angereichert durch den Netzwerkgedanken und die Konzentration auf Kernleistungen der Akteure, können die verteilten Bildungsangebote zu einem hochschulübergreifenden Bildungsnetzwerk zusammengeführt werden.

#### **4.2 Perspektiven für die Forschung**

Cloud Angebote werden häufig auf der Ebene klassifiziert, auf denen die Einzelnen Dienste erbracht werden [11]. Die typischen Ebenen wurden hierfür literaturbasiert systematisiert und dargestellt. Ferner wurden in einem Konzeptdekompositionsdiagramm E-Learning Komponenten expliziert beschrieben. Die Sicht von Bildungsnetzwerken wurde durch die Hinzunahme von technischen Akteuren hin zu einem Wertschöpfungsnetzwerk erweitert. Daraus können im Folgenden Anforderungen für Forschung und Anwendungsbereiche abgeleitet werden.

Aus Technischer Sicht ist in den nächsten Schritten zu prüfen, wie etablierte und zukünftige E-Learning Dienste in der Cloud bereitgestellt werden können. Bisherige Publikationen prüfen diesbezüglich die Machbarkeit und schlagen erste Konzepte vor. Darüber hinaus wurden bereits Akteure einer E-Learning Cloud untersucht. Die Erforschung der technologischen Nutzung von Cloud Computing im E-Learning steht allerdings noch ganz am Anfang. In verwandten Ansätzen zu serviceorientierten Architekturen und Bildungsnetzwerken existieren bereits einige Publikationen, die übertragen auf Cloud Computing vielversprechend sind. Die Beiträge zu Cloud Computing können die Erkenntnisgewinnung im Sinne dieser Arbeit befruchten. Ein Vergleich dieser Ansätze und die Übertragbarkeit stehen noch aus. Dieser und weitere Umstände können als ein Indiz für die noch mangelnde Reife in den verfügbaren Ansätzen gewertet werden.

### **5 Fazit und Ausblick**

Im Beitrag wurden E-Learning Konzepte analysiert und auf ihre technische und organisatorische Umsetzung mit Cloud Computing untersucht. Die Nutzung von Cloud Computing im Untersuchungsbereich E-Learning birgt erheblich Vorteile gegenüber dem traditionellen Einsatz von E-Learning für Betreiber, Lehrende und Lernende und kann mehr als Kosten senken. Die hier abgeleiteten Potentiale und Anforderungen stellen eine Basis gerade für jene Organisationen dar, die bisher Schwierigkeiten mit dem Betrieb und der Nutzung von Lernsystemen und der Erstellung sowie Bereitstellung von Content hatten. Cloud Computing ermöglicht Bündelungseffekte bei der Gestaltung hybrider Lehrformen. Derartige Anforderungen sind in vielen Szenarien der fehlende Grundstock zur nahtlosen Nutzung neuer Technologien im E-Learning.

*Technisch* können Dienste für E-Learning in der Cloud zu komplexen Lernplattformen migriert werden, um den Anforderungen des gewählten Lehrkonzepts gerecht zu werden. Die verschiedenen Ebenen umfassen dabei technologisch sowohl die Infrastruktur, die Plattform zum Betrieb von E-Learning Anwendungen und Dienste. Die Architekturschichten haben das Potential,

um aus einer Mischung serviceorientierter „Dienstleistungen“ Lernplattformen im Sinne von Bildungsnetzwerken zusammenzusetzen [30]. *Organisatorisch* kann der noch junge Cloud Computing Markt als Wertschöpfungsnetzwerk beschrieben werden [11], indem Bildungsabnehmer beispielsweise E-Learning Dienste und IT-Infrastrukturen aus einem Anbieternetz von Bildungspartnern beziehen.

Hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Forschung ist im nächsten Schritt zu untersuchen, wie die technischen und strukturellen Voraussetzungen geschaffen werden können, um bisherige Angebote in der Cloud bündeln zu können. Hierzu bietet sich beispielsweise eine Studie aktueller Cloud Betreiber an, um festzustellen, inwieweit die hier vorgeschlagenen Anforderungen mitgetragen werden. Ferner ist in einem nächsten Schritt geplant, ein konkretes Wertschöpfungsnetzwerk mit den Aktionen zwischen den Akteuren zu modellieren.

## 6 Literatur

- [1] ACM Digital Library (2011): <http://portal.acm.org/>. Abgerufen am: 23.02.2011.
- [2] AIS Electronic Library (AISeL) | Association for Information Systems Research (2011): <http://aisel.aisnet.org/>. Abgerufen am 23.02.2011.
- [3] Bächle, M (2009): Web 2.0 viel mehr als ein Hype. *Wirtschaftsinformatik & Man.*, 2001.
- [4] [Barros, AP; Dumas, M (2006): The Rise of Web Service Ecosystems. *IT Professional*. 8(5):31-37.
- [5] Becker, A (2008): Nutzenpotenziale Serviceorientierter Architekturen – Ergebnisse einer Expertenbefragung. Darmstadt.
- [6] Bensch, S (2011): How to Procure Cloud Computing Solutions: A Manageable Value Network Approach. *Proceedings of the (ACM) International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems (San-Francisco, 2011)*, Paper 32.
- [7] Bensch, S (2011): Technical and Organizational Potentials of Value Networks for Ubiquitous Information Products and Services: Exploring the Role of Cloud Computing. *Proc. of the (IEEE) 4th Int. Conf. on Ubi-media Computing (Sao Paulo, Brazil, 2011)*, 1-6.
- [8] Bensch, S; Schödl, H; Turowski, K (2011): Beschaffungsmanagement für hybride Leistungsbündel in Wertschöpfungsnetzwerken - Status Quo und Gestaltungsperspektiven. *Wirtschaftsinformatik 2011 Proceedings*. Zürich, Schweiz.
- [9] Bett, K; Wedekind, J (2003): Entscheidungsprozesse und Begleitmaßnahmen bei der Auswahl und Einführung von Lernplattformen. *Lernplattformen in der Praxis*. Waxmann.
- [10] Bohl; u.a. (2004): Potentiale zur Unterstützung von E-Learning Wertschöpfungsnetzwerken (Hannover, 2004).
- [11] Böhm, M; u. a. (2009): Cloud Computing: Outsourcing 2.0 oder ein neues Geschäftsmodell zur Bereitstellung von IT-Ressourcen? *Information Management Consulting*. 24(2):6-14.
- [12] Cisco 2009. *Designing Secure Multi-Tenancy into Virtualized Data Centers*. Cisco Systems, Inc., 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134-1706 USA.
- [13] Dong, B; u. a. 2009. BlueSky Cloud Framework: An E-Learning Framework Embracing Cloud Computing. *Cloud Computing*. 577-582.

- [14] Dong, B; u. a. (2009): An E-learning Ecosystem Based on Cloud Computing Infrastructure. Proc. of the 2009 Ninth IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (Washington, DC, USA, 2009), 125-127.
- [15] Durst, SM; Sucky, E (2010): Lieferantenentwicklung: Stand der empirischen Forschung. Supply Management Research. Bogaschewsky, R Hrsg. Gabler. 37-71.
- [16] Dykman, CA; Davis, CK (2008): Part One—The Shift toward Online Education. Journal of Information Systems Education. 19(1):6.
- [17] EBSCOhost Online Research Databases: 2011. <http://www.ebscohost.com/>. Abgerufen am 23.02.2011.
- [18] e-Learning in “the Cloud”: 2011. <http://www.syberworks.com/articles/elearning-in-the-cloud-article.htm>. Abgerufen am: 2011-03-08.
- [19] Frankfurth, A; Schellhase, J (2006): Potentiale serviceorientierter Architekturen für E-Learning-Infrastrukturen an Hochschulen. DeLFI (2006).
- [20] Google App Engine - Google Code: 2011. <http://code.google.com/appengine/>. Abgerufen am 2011-03-15.
- [21] Grohmann, M; Martin, G (2002): Ansatzpunkte zur Organisation virtueller Lernszenarien am Beispiel des Bildungsnetzwerkes WINFOLine.
- [22] Guangzuo, C; u. a. (2004): A Web Services Oriented Framework for Dynamic E-Learning Systems. GCCCE2004 International Conference, Hong Kong.
- [23] Hevner, A; u. a. (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly. 28(1):75-105.
- [24] IEEE Xplore - Home: 2011. <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/dynhome.jsp>. Abgerufen am 23.02.2011.
- [25] Jarosch, VD (2009): Die Mischung macht's: Blended Learning. Wirtschaftsinformatik & Management. 1:24-29.
- [26] Kerres, M; u. a. (2005): Technische und organisatorische Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Einführung und nachhaltige Nutzung von E-Learning an Hochschulen. Technical Report #1.0. DINI Schriften.
- [27] Laisheng, X; Zhengxia W (2011): Cloud Computing: A New Business Paradigm for E-learning. Measuring Technology and Mechatronics Automation, International Conference on Los Alamitos, CA, USA.
- [28] Leimeister, SL; u. a. (2010): The Business Perspective of Cloud Computing: Actors, Roles and Value Networks. Proceedings of 18th European Conference on IS.
- [29] Ma; Zheng (2010): The Applied Research of Cloud Computing in the Construction of Collaborative Learning Platform under E-learning Environment. International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Information.
- [30] Martin, DO; u. a. (2005): Konfiguration WEB-Basierter Bildungsangebote in Private-Public-Partnership-Netzwerken. Arbeitsbericht des Fachgebiets Wirtschaftsinformatik der Universität Kassel.

- [31] Napier, AP; Smith, S (2009): Assessing Blended Learning: Student Outcomes and Perceptions. Proc. AMCIS. USA.
- [32] Peffers, K; u. a. (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems. 24(3):45-77.
- [33] Pibernik, R. (2001): Flexibilitätsplanung in Wertschöpfungsnetzen. Zeitschrift für Betriebswirtschaft. 71, 8 (2001), 893-913.
- [34] Pocatilu, P; u. a. (2010): Measuring the efficiency of cloud computing for e-learning systems. WSEAS Transactions on Computers. 9(1):42-51.
- [35] Rautenstrauch, C; Turowski, K (2001): Common Business Component Model (COBCOM): Generelles Modell komponentenbasierter Anwendungssysteme. Buhl, HU et al (Hrsg.).
- [36] Recker, J; Rosemann, M (2009): Teaching Business Process Modelling: Experiences and Recommendations. Communications of the Association for Information Systems. 25.
- [37] Schulmeister, R (2001): Virtuelle Universität. Virtuelles Lernen. Oldenbourg.
- [38] Schulmeister, R (2005): Zur Didaktik des Einsatzes von Lernplattformen. Web-based-Training 2005.
- [39] Seufert, S; Euler, D (2005): Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen: Fallstudien zu Implement.-Strat. von eLearning als Innovationen an Hochschulen. Technical Report #4.
- [40] Stake, RE (2000): Case Studies. Handbook of Qualitative Research. N.K. Denzin und Y.S. Lincoln, (Hrsg.).
- [41] Tapscott, D. u. a. (2000): Digital Capital: Harnessing the Power of Business Webs. Harvard Business Press.
- [42] The CloudCycle Project: 2011. <http://www.cloudcycle.org/>. Abgerufen am: 17.03.2011.
- [43] VDA 2008. Auto Jahresbericht 2008. VDA (Verband der Automobilindustrie).
- [44] Weitz, BO (1994): Möglichkeiten und Grenzen der Einzelfallstudie als Forschungsstrategie im Rahmen qualitativ orientierter Bildungsforschung. Universität-GHS Paderborn.
- [45] Winand, MH. u. a. (2006): Grundlagen zur Gestaltung von Geschäftsmodellen für akademische Bildungsdienstleistungen. E-Learning Geschäftsmodelle und Einsatzkonzepte. Gabler Verlag.
- [46] Yin, RK. (1994): Case Study Research – Design and Methods.
- [47] Youseff, S (2008): Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. Grid Computing Environments Workshop (2008).
- [48] Zaha, JM.; Kelch S (2004): Komponentenfindung in monolithischen objektorientierten Anwendungssystemen. Chair of Business, University of Augsburg.
- [49] Zhang, J. u. a. (2010): A Framework of User-Driven Data Analytics in the Cloud for Course Management.

# Ein Autorenwerkzeug zur Konfiguration von eLearning-Argumentationsframeworks

**Frank Loll, Niels Pinkwart**

Technische Universität Clausthal, Institut für Informatik, 38678 Clausthal-Zellerfeld,  
E-Mail: {frank.loll|niels.pinkwart}@tu-clausthal.de

## Abstract

Argumentationsfertigkeiten sind essentiell in vielen Bereichen des Lebens. Dies gilt sowohl auf privater als auch auf geschäftlicher Ebene. Daher spielt die Ausbildung von Argumentationsfertigkeiten eine zentrale Rolle. Eine Möglichkeit, diese Ausbildung zu unterstützen, sind computerbasierte Argumentationssysteme, die sich jedoch oftmals als zu unflexibel für den Einsatz über Domänengrenzen hinweg herausgestellt haben. Dieser Beitrag beschreibt das für verschiedene Domänen speziell konfigurierbare LASAD Argumentationsframework und zeigt, dass komplexe Konfigurationsmechanismen durch entsprechende Hilfsmittel beherrschbar bleiben können.

## 1 Einleitung

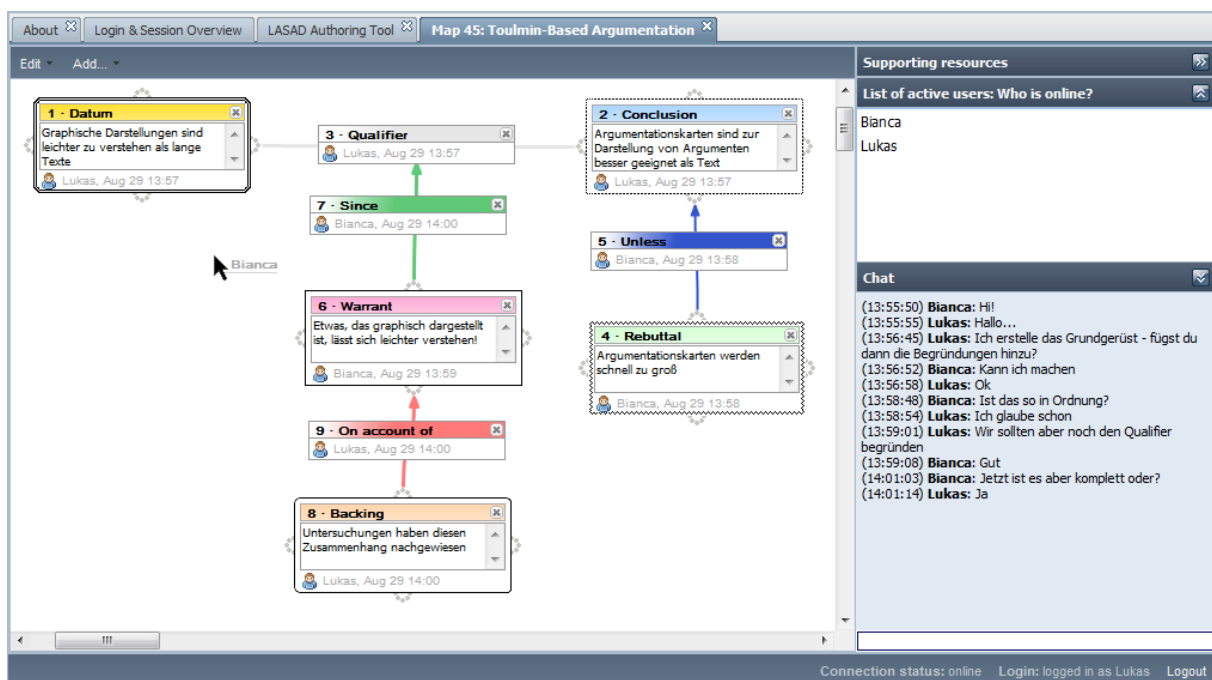
Argumentationsfertigkeiten sind essentiell in vielen Bereichen des Lebens, nicht zuletzt im geschäftlichen Umfeld, wo Entscheidungen weitreichende und kostenintensive Konsequenzen haben. Nichtsdestotrotz scheitern viele Menschen daran, begründete Argumente zu formulieren, Alternativen abzuwägen und geeignete Konsequenzen zu ziehen [6]. Dementsprechend wichtig ist die Ausbildung von Argumentationsfertigkeiten. Klassische, passive Lehrmethoden jedoch haben sich als wenig effektiv herausgestellt im Vergleich zu interaktiven Methoden wie beispielsweise Gruppendiskussionen und aktive Mitgestaltung des Unterrichts [2]. Dennoch birgt die Ausbildung mittels interaktiven Lehrmethoden auch Schattenseiten. Typischerweise ist diese Art der Ausbildung für größere Gruppen aufgrund von personellen und zeitlichen Beschränkungen kaum anwendbar. Einen Ansatz dazu, dieser Probleme Herr zu werden, bieten Argumentationssysteme [11] [4], d.h. eLearning-Werkzeuge, die Gruppen von Lernwilligen dabei unterstützen, sich aktiv an Diskussionen untereinander zu beteiligen und gleichzeitig das Lehrpersonal entlasten. Im Rahmen eines ausführlichen Reviews bestehender Ansätze in diesem Bereich [11] wurden offene Herausforderungen in zwei Richtungen deutlich. Einerseits ist ein flexibles Argumentationssystem notwendig, um systematisch einzelne Faktoren von computergestützter Argumentation, deren Auswirkungen auch heute noch zu großen Teilen unklar sind, empirisch zu untersuchen. Andererseits müssen Barrieren, die einen Einsatz derartiger Systeme

in der Praxis verhindern, abgebaut werden. Um die erste Herausforderung (ein flexibles Argumentationssystem) zu meistern, wurde das LASAD Argumentationsframework entwickelt [8] [9], welches im folgenden Abschnitt kurz beschrieben wird. In diesem Beitrag hingegen steht die zweite Herausforderung (der Abbau von Einsatzbarrieren, hier speziell der Konfigurationsaufwand) im Vordergrund. Aus diesem Grund wird im Rahmen eines Design Science Ansatzes [3] die Entwicklung und Evaluation eines Autorenwerkzeugs beschrieben, welches es zum Ziel hat, auch unerfahrene Nutzer von den Flexibilisierungsmechanismen im LASAD-System profitieren zu lassen.

## 2 Technisches Rahmensystem

### 2.1 Das LASAD Argumentationsframework

Bestehende Argumentationssysteme unterscheiden sich in einer Vielzahl von Kriterien, u.a. in der Repräsentation von Argumentationsstrukturen, dem Interaktionsdesign und den zugrundeliegenden Argumentationsmodellen [11]. Nichtsdestotrotz sind die konkreten Auswirkungen einzelner Faktoren weitestgehend unklar [11]. Um die Implikationen dieser Faktoren zu evaluieren, wurde das LASAD Argumentationsframework entwickelt [10] [9] [8]. LASAD bietet eine web-basierte, domänenunabhängige, hochflexible Plattform, die es auf Basis von XML-Konfigurationen ermöglicht, einzelne Faktoren zu manipulieren. Ein konkreter Anwendungsfall, der den Einfluss von unterschiedlichen Argumentationsmodellen und Kollaboration auf die Ergebnisse von computergestützter Argumentation untersucht, ist in [7] beschrieben. Eine Beispielkonfiguration des Frameworks ist in Bild 1 dargestellt.



**Bild 1:** Beispielhafte Gruppenargumentation zur Darstellung eines Arguments nach Toulmin in LASAD [12]



## 2.2 Konfigurationsmöglichkeiten von LASAD

Eine *Konfiguration* des LASAD Argumentationsframeworks besteht aus vier Teilen. Der erste Teil ist die Definition von *Nutzern* in Verbindung mit einer Menge von *Rechten* (z.B. die Erlaubnis, neue Argumentationsteile zu erstellen oder alte zu löschen). Der zweite Teil ist die Definition des zugrundeliegenden Argumentationsmodells (*Ontology*) in Form von vordefinierten Argumentstrukturen (z.B. die Boxen und Beziehungen in Bild 1). Jede Argumentstruktur besteht wiederum aus einem oder mehreren *Elementen* (z.B. ein Textfeld, ein externer Weblink, eine Auswahlmöglichkeit, etc.). Aufbauend auf der Definition des Argumentationsmodells erfolgt eine Definition der verfügbaren Benutzerinterfaceelemente sowie des Argumentationskontexts (*Template*). Hierbei wird ausgewählt, welche Komponenten (z.B. ein gegebener Hintergrundtext zur internen Verlinkung oder ein Chat) verfügbar sind und was für eine Art von Argumentation unterstützt werden soll (z.B. individuelle Argumentation oder Argumentation in kleinen bzw. großen Gruppen). Abschließend wird eine konkrete Instanz, eine sog. *Session*, erzeugt, die die vorherigen Definitionen nutzt. Auf diesem Weg können beispielsweise mehrere Gruppen parallel und unabhängig voneinander dieselbe Konfiguration nutzen. Durch die Kombination mehrerer Konfigurationen ist es zudem möglich, geskriptete Ansätze zur Lernunterstützung [1] umzusetzen. Ein Überblick über den internen Zusammenhang der Konfigurationsteile ist in Bild 2 gegeben. Für eine detailliertere Beschreibung der Konfigurationsmechanismen mit ausführlichen Beispielen sei auf [8] und [9] verwiesen.

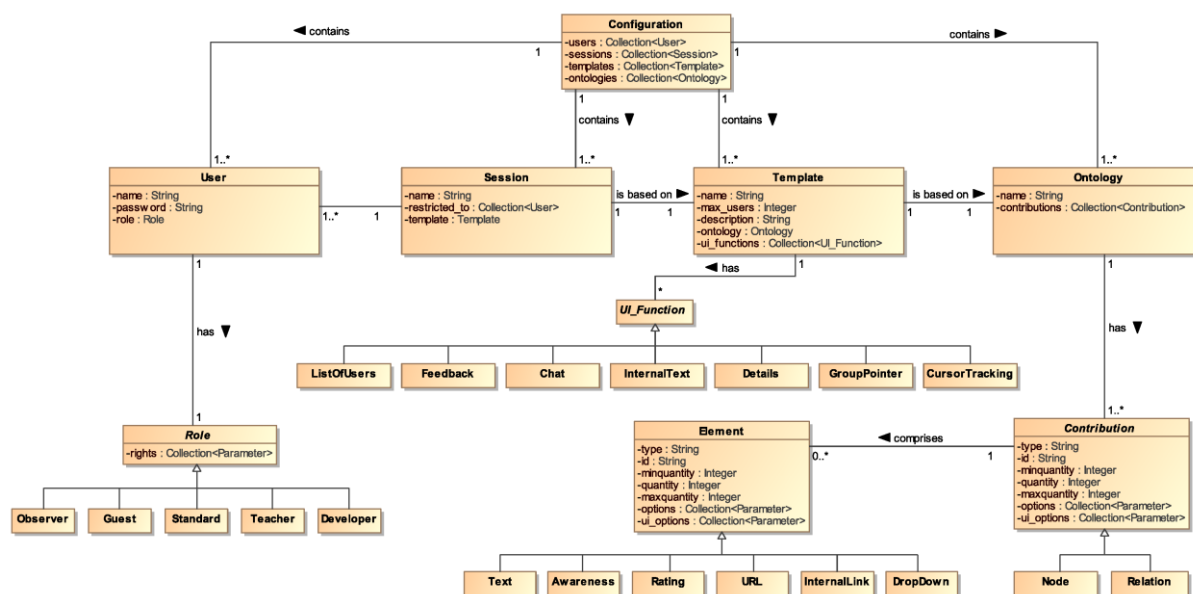
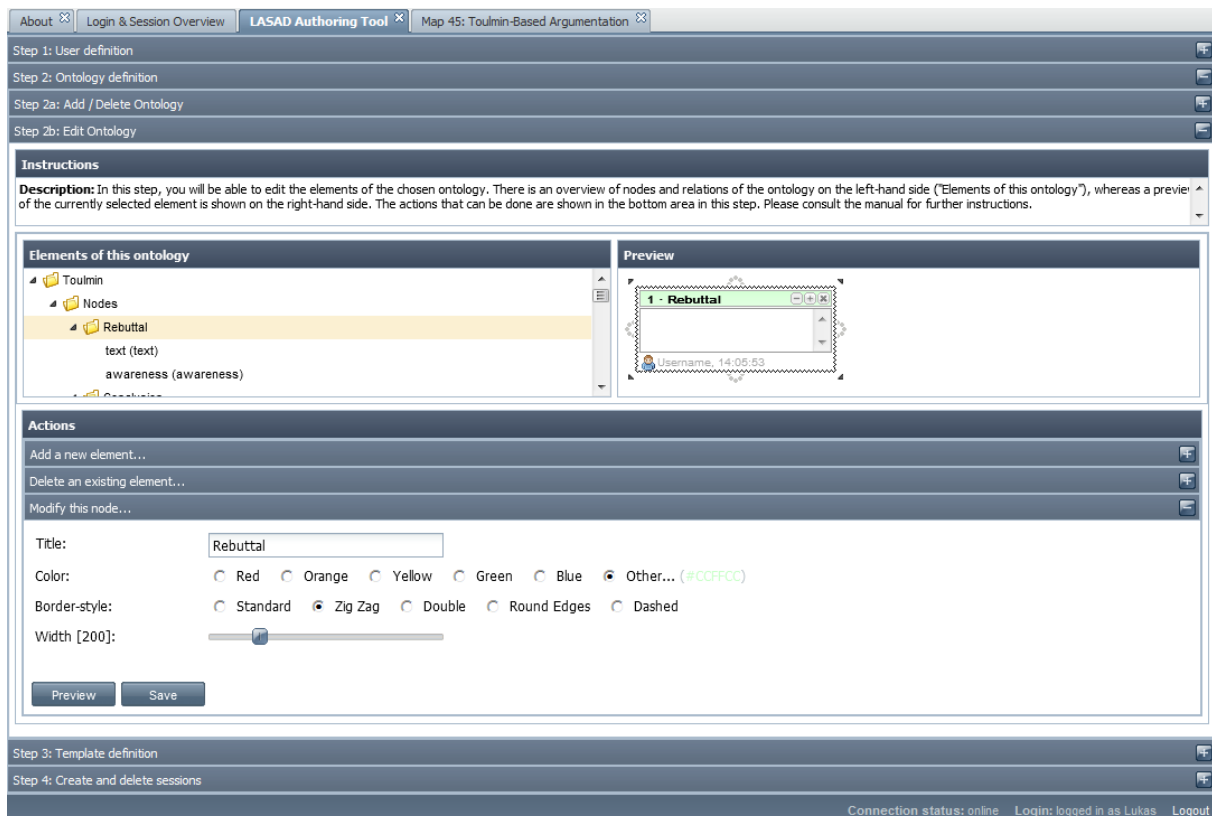


Bild 2: Überblick über Konfigurationsmöglichkeiten in LASAD

## 3 Autorenwerkzeug

Die in 2.2 beschriebenen Konfigurationsmöglichkeiten lassen sich nutzen, um das LASAD-System an die Anforderungen bestimmter Lernszenarien oder Domänen anzupassen. Um diese Anpassungen vorzunehmen, war bisher eine Konfiguration via XML notwendig. In Anbetracht der Tatsache, dass zu den Zielgruppen von LASAD neben Entwicklern vor allen Dingen Forscher und Lehrernde mit nicht-informatikaffinem Hintergrund gehören, ist eine solche Konfigurationsmöglichkeit jedoch problematisch. Aus diesem Grund sollte ein Autorenwerkzeug in Form eines graphischen Editors entwickelt werden.



**Bild 3:** Screenshot des webbasierten Autorenwerkzeugs in LASAD

### 3.1 Anforderungsanalyse

Die zentralen Anforderungen an ein möglichst universell einsetzbares Autorenwerkzeug in LASAD, basierend auf Gesprächen mit ca. 100 Entwicklern, Lehrenden und Forschern unterschiedlicher Disziplinen (im Kontext von zwei Jahren Entwicklungszeit des LASAD-Systems), waren die folgenden:

- A1. *Konfiguration ohne Programmierkenntnisse:* Zu den wichtigsten Zielgruppen von LASAD gehören, neben den Entwicklern, Forscher und Lehrende verschiedenster Disziplinen. Hier können Programmierkenntnisse nicht vorausgesetzt werden. Aus diesem Grund muss eine Konfiguration unabhängig von der Code-Ebene durchführbar sein.
- A2. *Minimierung des Trainingsbedarfs:* Typische Einstiegsbarrieren, die eine aktive Nutzung von Software (insbesondere im Lernbereich) verhindern sind hohe Komplexität und damit verbunden ein hoher Trainingsbedarf. Letzteren gilt es daher zu minimieren.
- A3. *Nutzen vs. Komplexität:* Die Konfigurationsmöglichkeiten von LASAD sind umfangreich und müssen dies auch sein, um das System domänenunabhängig einsetzen zu können. Einige dieser Konfigurationsmöglichkeiten, beispielsweise die Erstellung von vordefinierten Argumentstrukturen, sind jedoch nur in speziellen Anwendungsfällen notwendig. Hier muss für das Autorensystem ein Kompromiss gefunden werden, der einerseits die wichtigsten Funktionen beinhaltet und andererseits die Komplexität so gering wie möglich hält.

### 3.2 Umsetzung

Basierend auf den genannten Anforderungen wurde ein erster Prototyp des Autorenwerkzeugs entwickelt. Um den Zugriff möglichst einfach zu gestalten, wurde das Autorenwerkzeug direkt in LASAD integriert (s. Tabs in Bild 1 & 3). Innerhalb des Autorenwerkzeugs ist der gesamte Konfigurationsprozess in Form von einzelnen Schritten gegliedert, die sich der Reihe nach bearbeiten lassen. Auf diesem Weg werden die Nutzer durch das System geleitet. Innerhalb der Schritte sind kurze Instruktionen präsentiert, die einen Überblick darüber geben, was in dem aktuellen Schritt konfiguriert werden kann. Die eigentliche Konfiguration erfolgt nach dem Baukastenprinzip mittels graphischer Hilfsmittel, die Programmierkenntnisse unnötig machen (→ A1). Hierbei werden einzelne Konfigurationsteile mittels webtypischer Formularstrukturen erstellt. Um die Auswirkungen der einzelnen Schritte zu verdeutlichen werden jeweils graphische Vorschauen gegeben (s. Bild 3 rechts). Zusammengenommen soll auf diesem Weg der notwendige Trainingsaufwand minimiert werden (→ A2). Zusätzlich dazu wurden die einzelnen Bausteine des Autorenwerkzeugs auf die Funktionen beschränkt, die entweder unverzichtbar für die Konfiguration sind oder bei einem Großteil der existierenden Systeme vorhanden sind (ein Überblick über die Funktionen ist gegeben in [11], → A3).

## 4 Ansatz zur Evaluation des Autorenwerkzeugs

### 4.1 Forschungsfragen

Im Rahmen der Evaluation des Nutzens des Autorenwerkzeugs standen drei Faktoren im Vordergrund, die direkt die Forschungsfragen motivieren:

- F1. *Benutzerfreundlichkeit*: Ist das Autorenwerkzeug selbsterklärend genug um ein zeitintensives Training zu vermeiden?
- F2. *Effektivität*: Können auch unerfahrene Nutzer LASAD ihren Wünschen anzupassen?
- F3. *Effizienz*:
  - a. Wie lange dauert es, das LASAD Argumentationsframework mit Hilfe des Autorenwerkzeugs zu konfigurieren?
  - b. Ist eine Zeitersparnis gegenüber einer direkten XML-Konfiguration vorhanden?

### 4.2 Forschungsmethodik

Da es sich um eine Erstentwicklung handelte und keine in der Funktionalität vergleichbaren Systeme existieren, waren keine direkten Vergleiche mit vorherigen Versionen oder Konkurrenzprodukten anhand typischer Kennziffern wie Zeit, Fehlerrate, etc. möglich. Aus diesem Grund erfolgte die Beantwortung der Fragen in einem Mehrphasen-Ansatz. Jede Phase wurde durch einen iterativen Entwicklungsschritt abgeschlossen, d.h. der Prototyp wurde anhand der Resultate entsprechend angepasst oder erweitert.

Die erste Phase (Pilottest) hierbei bestand aus einem Test mit erfahrenen LASAD Nutzern. Hierbei wurde das Autorensystem an drei Nutzer, die mit den Fähigkeiten und der Konfiguration von LASAD vertraut waren, gegeben. Diese bekamen die Aufgabe, eine bestehende Konfiguration nachzubauen. Als einziges Hilfsmittel wurde ein Handbuch an die Nutzer ausgegeben, in dem die Bedienung des Autorenwerkzeugs beschrieben war. Im Rahmen eines offenen

Interviews im Anschluss wurden potentielle Schwachstellen diskutiert und Verbesserungsvorschläge erarbeitet. Die erste Phase hatte folglich zum Ziel zu überprüfen, ob die Möglichkeiten, die der Prototyp des Autorenwerkzeugs bot, für eine praktische Nutzung ausreichten.

Die zweite Phase (Laborstudie) diente zum Transfer der Resultate aus Phase eins von erfahrenen LASAD Nutzern zu unerfahrenen. Hierzu wurde eine kontrollierte Laborstudie durchgeführt. Das freiwillige Teilnehmerfeld bestand aus zehn Studenten der Fächer Mathematik und Informatik, die weder das LASAD-System noch ein anderes Argumentationssystem zuvor benutzt hatten. Die Studie bestand aus drei Teilen. Den ersten Teil bildete die Trainingsphase. Hier bekamen alle Teilnehmer vom gleichen Experimentator eine kurze fünfminütige Einführung in LASAD. Anschließend wurde den Teilnehmern ein einführendes Tutorial ausgehändigt, welches ein Beispiel einer Konfiguration in Form einer Schritt-für-Schritt-Anleitung enthielt. Hierfür hatten die Studenten 15 Minuten Zeit. Sofern Fragen auftraten, wurden diese vom Experimentator beantwortet. Der zweite Teil der Studie bestand aus zwei konkreten Konfigurationsaufgaben. Diese unterschieden sich in der Art der Aufgabenstellung. Während die erste Aufgabe ( $T_1$ ) analog zu den Schritten im Autorenwerkzeug strukturiert war (s. Anhang 8.2), bestand die zweite Aufgabenstellung ( $T_2$ ) aus Fließtext (s. Anhang 8.3), aus dem die notwendigen Konzepte selbstständig zu extrahieren waren. Die Komplexität der Aufgabenstellung wie Lösung war für beide Aufgaben ähnlich, d.h. die Fehlerraten sind vergleichbar. Für beide Aufgaben wurde die Zeit gestoppt; es gab kein Zeitlimit. Um potentielle Trainingseffekte zu vermeiden, wurde die Reihenfolge der Aufgaben zwischen den Teilnehmern variiert. Während der Aufgabenbearbeitung wurden keinerlei Fragen beantwortet. Stattdessen erhielten die Teilnehmer das Handbuch ausgehändigt, um gegebenenfalls nachschlagen zu können. Alle Sessions wurden mit Hilfe von Screen-Capturing Verfahren aufgezeichnet, um potentielle Schwachpunkte mit Blick auf die Nutzbarkeit auch im Nachhinein erkennen zu können. Nach erfolgreicher Bearbeitung der Aufgaben wurden die Nutzer auf ihre Fehler aufmerksam gemacht und es wurde die Möglichkeit gegeben, diese zu beheben. Abschließend fand ein offenes Interview statt, in dem Probleme und Verbesserungsvorschläge gesammelt wurden, die in den nächsten Entwicklungsschritt einflossen.

Die dritte Phase (Expertenbefragung) bildete einen weiteren Schritt zur Verallgemeinerung der Ergebnisse. Während die studentischen Teilnehmer an der Laborstudie typischerweise sehr gute allgemeine IT-Kenntnisse haben, trifft dies nicht auf alle Zielgruppen des Autorenwerkzeugs zu – insbesondere nicht auf alle Wissenschaftler und Lehrenden. Aus diesem Grund wurde ein webbasierter Test (s. Anhang 8.1) mit Argumentationsexperten verschiedener Domänen durchgeführt. Die Auswahl der Experten erfolgte auf Basis eines vorher durchgeführten System-Reviews [11], d.h. es wurde eine Liste mit Experten zusammengestellt, die direkt in Verbindung mit bestehenden Systemen standen. Anschließend wurde die Liste erweitert, indem die Autorenlisten von Konferenzen und Journals, die sich mit computergestützter Argumentation beschäftigen, analysiert wurden. Insgesamt enthielt die Liste 153 Experten. Von diesen 153 Experten wurden in diesem Fall lediglich jene 100 Experten befragt, die in einer anderen vorher durchgeführten Studie [9] bereit gewesen waren, Antworten zu geben. Die Teilnahme war freiwillig und konnte anonym erfolgen. Als Motivation wurde ein Apple iPod Nano unter allen Teilnehmern verlost. Der Test bestand aus zwei Teilen: einer selbstständigen Arbeit mit LASAD und dem Autorenwerkzeug sowie einer webbasierten Umfrage (s. Anhang 8.1). Alle Experten wurden persönlich per E-Mail zur Teilnahme eingeladen und bekamen ein ausgearbeitetes Handbuch mit einem illustrierenden Schritt-für-Schritt-Beispiel als Hilfsmittel.

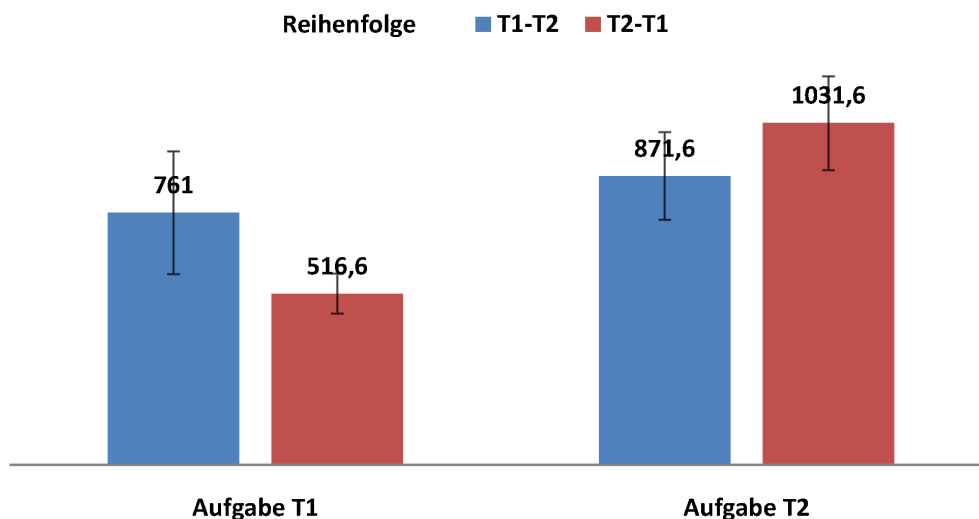
## 5 Forschungsergebnisse

### 5.1 Ergebnisse des Pilottests (Phase 1)

Im Rahmen des offenen Interviews stimmten alle Nutzer darin überein, dass das Autorenwerkzeug ein geeignetes Hilfsmittel sei, den Konfigurationsprozess von LASAD zu unterstützen. Verbesserungsvorschläge wurden sowohl für das Handbuch als auch für das Autorenwerkzeug vorgebracht. Im darauffolgenden nächsten iterativen Entwicklungsschritt wurde ersteres um Screenshots aller zur Verfügung stehender Elemente ergänzt, während letzteres um die Möglichkeit ergänzt wurde, die Argumentationsmodelle (Ontologies) zu klonen, um die Modifikation kleinerer Teile zu erleichtern. In nachfolgenden Meetings mit den Nutzern wurde deutlich, dass das Autorenwerkzeug die klassische Konfiguration via XML verdrängte, da die Konfiguration darüber weniger fehlerträchtig und daher effizienter war.

### 5.2 Ergebnisse der Laborstudie (Phase 2)

Alle Teilnehmer der Laborstudie waren in der Lage, die gegebenen Aufgaben ohne Hilfe des Tutors zu lösen. Um die Effizienz des Ansatzes zu überprüfen, wurden die benötigte Zeit sowie die Fehlerrate evaluiert. Als Fehler wurden alle Abweichungen von der Aufgabenstellung gezählt. Im Durchschnitt brauchten die Teilnehmer etwa 10,5 Minuten ( $m=638,8$ ;  $sd=182,82$  in Sekunden) für Aufgabe T<sub>1</sub> (strukturiert), wohingegen sie etwa 16 Minuten ( $m=951,6$ ;  $sd=154,47$  in Sekunden) für Aufgabe T<sub>2</sub> (unstrukturiert) benötigten. Beide Zeiträume sind angemessen, insbesondere da eine direkte XML-Konfiguration erheblich länger gedauert hätte. Eine vertiefende Analyse zeigte zudem, dass die jeweils zweite Konfigurationsaufgabe (gemäß variierender Reihenfolge) tendenziell weniger Bearbeitungszeit erforderte, wie in Bild 4 dargestellt. Dies legt den Schluss nahe, dass zusätzliches Training die durchschnittliche Bearbeitungszeit weiter gesenkt hätte.



**Bild 4:** Durchschnittlich benötigte Zeit (in Sekunden) für die Bearbeitung der Konfigurationsaufgaben in Abhängigkeit der Reihenfolge

Die Fehlerrate war äußerst gering ( $m(T_1)=0,4$ ;  $sd(T_1)=0,7$ ;  $m(T_2)=1,2$ ;  $sd(T_2)=0,7$ ) und alle Teilnehmer waren in der Lage, Fehler selbstständig zu beheben nachdem sie darauf hingewiesen wurden. Als Fehlerursache wurde von den Teilnehmern ausnahmslos schlechtes Überlesen von Anweisungen (insbesondere im unstrukturierten Fall) angegeben.

Basierend auf den Screen-Capturings und dem abschließenden offenen Interview wurde ein weiterer iterativer Entwicklungsschritt durchgeführt. Zu den wichtigsten Änderungen hierbei gehörte das Hinzufügen einer nachträglichen Modifikationsmöglichkeit für das zugrundeliegende Argumentationsmodell (z. B. Ändern einer Argumentationsstruktur).

### 5.3 Ergebnisse der Expertenbefragung (Phase 3)

Insgesamt beteiligten sich 19 Argumentationsexperten (4 davon anonym) an der Umfrage. Eine Analyse der Logdateien sowie der Antworten zeigte jedoch, dass nicht alle Experten das Autorenwerkzeug genutzt haben. Stattdessen nutzten einige ausschließlich die Argumentationskomponente von LASAD. Insbesondere unter den 4 anonymen Antworten ist die Unterscheidung zwischen den Antwortenden, die das Autorenwerkzeug nutzten und jenen, die es nicht taten, nicht eindeutig, da sich eine Nutzung nicht aus dem Log nachprüfen lässt. Aus diesem Grund wurde die Analyse auf die offen gestellten Fragen beschränkt.

An Hand der Logfiles konnte zunächst festgestellt werden, dass keiner der Experten das einleitende Beispiel durchgelesen hat – jegliche Systemnutzung erfolgt also ohne Training bzw. Schulung.

Insgesamt identifizierten die Experten zwei Hauptprobleme. Das erste Problem betraf die graphische Oberfläche des Autorenwerkzeugs. Hier bemerkten einige Experten, dass aus Platz- bzw. Auflösungsgründen nicht alle Elemente zu jeder Zeit lesbar waren. Dies traf insbesondere auf die Instruktionen zu, die in jedem Schritt innerhalb des Tools präsentiert waren (s. Bild 3). Das zweite Problem ist verbunden mit dem mangelnden Training und bezog sich auf die verwandte Terminologie. Wenngleich die Konzepte von Ontology, Template und Session im Handbuch erklärt wurden, hatten viele Experten Probleme damit. „*It's rare that folks will read manuals*“ brachte es ein Experte hierbei umgangssprachlich auf den Punkt.

Zusätzlich zu den berichteten Problemen gab es funktionelle Verbesserungsvorschläge. Diese beinhalteten Modifikationen an dem zugrundeliegenden Argumentationsmodell sowie Umbenennungsfunktionen für Konfigurationsteile (z. B. Sessionnamen).

Nichtsdestotrotz hatte rund ein Drittel der Befragten keinerlei Probleme. Zusätzlich fragten einige Experten in den Freitextkommentaren explizit danach, LASAD und das Autorenwerkzeug für ihre Zwecke einzusetzen, da die Konfigurationsmöglichkeiten begrüßt wurden.

### 5.4 Diskussion & Limitierungen

Im Rahmen der Evaluation wurden drei Hauptfaktoren evaluiert: Benutzerfreundlichkeit, Effektivität und Effizienz.

Bezogen auf die Benutzerfreundlichkeit (→ F1) zeigten sich gemischte Ergebnisse. Einerseits hatten die Studenten im Rahmen der Laborstudie keinerlei Probleme, LASAD mit Hilfe des Autorenwerkzeugs zu konfigurieren. Andererseits fiel es den Experten schwer. Die Ursache hierfür kann im fehlenden Training liegen. Während die Studenten allesamt eine kurze fünfminütige Einführung von einem Tutor erhielten und ein Schritt-für-Schritt Tutorial absolvierten, traf das auf keinen der Experten zu, obwohl diese Zugriff auf das Handbuch, welches beides enthielt, hatten. Wenngleich es bekannt ist, dass das Lesen von Handbüchern allgemein unbeliebt ist, ist es dennoch bemerkenswert, dass selbst Experten den Aufwand scheuen, sich in ein spezielles Werkzeug einzuarbeiten, obwohl dieses speziell dazu entworfen wurde, ihnen zu helfen.

In Bezug auf die anderen beiden Faktoren, Effektivität (→ F2) und Effizienz (→ F3), zeigte sich ein positives Bild. Die Pilottester bevorzugten nach kurzer Zeit das Autorenwerkzeug gegenüber der manuellen XML-Konfiguration, was darauf schließen lässt, dass die Konfiguration mittels des Autorenwerkzeugs effektiv und für den täglichen Einsatz geeignet ist. Dies wurde auch durch die Laborstudie bestätigt. Hier waren alle Teilnehmer in der Lage, die gegebenen Konfigurationsaufgaben annähernd fehlerfrei durchzuführen. Mit Blick auf die Effizienz waren die notwendigen Zeiträume (10,5 bzw. 16 Minuten, → F3a) einer manuellen Konfiguration (die typischerweise zw. 30 und 60 Minuten – abhängig von der Erfahrung des Entwicklers und dem Grad der Wiederverwendung bestehender Konfigurationen – benötigt) um Längen überlegen (→ F3b), sodass das Autorenwerkzeug auch hierbei überzeugte.

Insgesamt zeigte das Autorenwerkzeug damit seine Eignung zur vereinfachten Konfiguration von LASAD. Nichtsdestotrotz existieren einige Einschränkungen, die bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten. Die Anzahl der Teilnehmer, insbesondere in der Laborstudie, war verhältnismäßig gering ( $n=10$ ). Relativierend sollte man hierbei jedoch festhalten, dass es keineswegs um einen Fehlertest ging, für den typischerweise größerer Aufwand getrieben werden muss, sondern um das Auffinden von Usability Schwächen. Der Literatur [5] zufolge reichen bereits 3 bis 4 Teilnehmer, um hier die größten Schwächen zu identifizieren. Die Teilnehmer der Laborstudie waren allesamt technikaffin, was die Ergebnisse positiv beeinflussen haben könnte. Die Experten waren dies nicht und repräsentieren unterschiedliche Domänen – jedoch waren auch hier einige Domänen (z.B. Jura) stärker als andere (z.B. Ethik) vertreten.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden (methodisch im Rahmen eines Design Science Ansatzes) der Entwurf sowie die Evaluierung eines Prototyps eines Autorenwerkzeugs gezeigt. Klassische Evaluationsmethoden, welche auf direkten Vergleichen zu Vorgängerversionen oder manuellen Konfigurationen beruhen, ließen sich nicht anwenden. Stattdessen wurde ein mehrstufiger Evaluationsansatz präsentiert und durchgeführt.

Mit Blick auf das entstandene Softwareartefakt wurden die meisten der Entwurfsziele erreicht. Insgesamt zeigte das Autorenwerkzeug seine Eignung als Konfigurationshilfe für LASAD. Ein Ziel, welches nicht gänzlich erreicht wurde, besteht in der Eliminierung von notwendigem Training. Um die notwendige Zeit weiter zu verkürzen, sehen zukünftige Entwicklungen vor, das textuelle Handbuch durch eine kurze Videoeinführung zu ersetzen und komplizierte Begrifflichkeiten wie Ontology und Template durch intuitivere auszutauschen. In Verbindung mit einer kontextsensitiven Hilfsfunktion soll so die Usability erhöht werden. Die zukünftige Weiterentwicklung des Autorenwerkzeugs sieht eine Erweiterung um eine Skriptengine vor. Im Zuge dieser Erweiterung ist es notwendig, das Autorenwerkzeug um die Möglichkeit der Definition von Skripten zu erweitern. Zusätzlich dazu sollen weitere bestehende Möglichkeiten des LASAD-Argumentationsframeworks in das Autorenwerkzeug integriert werden, ohne dessen Benutzbarkeit zu verschlechtern. Einen Schwerpunkt bildet hierbei die Integration von externen Analyse- und Feedbackclients.

Über die in diesem Artikel konkret nachgewiesene Möglichkeit hinaus, hochflexible eLearning-Argumentationsframeworks über Autorensysteme auch durch Nicht-Informatiker konfigurierbar zu gestalten, liefert dieser Artikel auch zwei weitere Erkenntnisse. Ein interessantes Ergebnis,

das auch für zukünftige andere Entwicklungen relevant sein kann, besteht in der offenbar generellen Ablehnung gegenüber einer Einarbeitung in Form von Handbüchern in ein spezielles Werkzeug seitens der von uns involvierten Experten, obwohl diese durchaus eine Motivation zur Systemnutzung haben sollen – dies unterstreicht die hohe Relevanz von einfachen, selbst-erklärenden Benutzerschnittstellen auch für Expertensysteme. Ein zweites Resultat ist die verwendete Methodik – der dreistufige Ansatz bestehend aus Labor- und Feldstudien mit unterschiedlichen Teilnehmern hat sich als tragfähig erwiesen, wissenschaftliche Erkenntnisse zum getesteten Prototyp zu gewinnen wie auch gleichzeitig zu dessen Weiterentwicklung beizutragen.

## 7 Literatur

- [1] Fischer, F; Kollar, I; Mandl, H; Haake, JM (2006). Scripting Computer-Supported Collaborative Learning. Springer.
- [2] Hake, RR (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1).
- [3] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [4] Kirschner, PA; Buckingham Shum, SJ; Carr, CS (Eds.) (2003): Visualizing Argumentation: Software Tools for Collaborative and Educational Sense-Making.
- [5] Krug, S (2010): Web Usability: Rocket Surgery Made Easy. Addison-Wesley.
- [6] Kuhn, D (1991): The skills of argument. Cambridge University Press.
- [7] Loll, F; Pinkwart, N (2011): Guiding the Process of Argumentation: The Effects of Ontology and Collaboration. In: Spada, M; Stahl, G; Miyake, N; Law, N (Eds.), *Connecting Computer-Supported Collaborative Learning to Policy and Practice: CSCL2011 Conference Proceedings. Volume I – Long Papers*: 1437-1448. Hong Kong.
- [8] Loll, F; Pinkwart, N (2010): Ein generisches Framework zur Erstellung von argumentationsunterstützenden Systemen. In: Schumann, M; Kolbe, LM; Breitner, MH (Hrsg.), *Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*:1437-1448. Göttingen.
- [9] Loll, F; Scheuer, O; McLaren, BM, Pinkwart, N (2010): Learning to Argue Using Computers - A View from Teachers, Researchers, and System Developers. In: V. Aleven, J. Kay, J. Mostow, (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (6095) - Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS)* (pp. 377 - 379). Berlin, Germany, Springer Verlag.
- [10] Loll, F; Pinkwart, N; Scheuer, S; McLaren, BM (2011): How tough should it be? Simplifying the development of argumentation systems using a configurable platform. In: Pinkwart, N; McLaren, BM (Eds.), *Educational Technologies for Teaching Argumentation Skills*. Bentham Science Publishers Ltd.
- [11] Scheuer, O; Loll, F; Pinkwart, N; McLaren, BM (2010): Computer-supported argumentation: A review of the state of the art. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 5(1):43-102.
- [12] Toulmin, SE (1958): The uses of argument. Cambridge University Press.



## 8 Anhang

### 8.1 Expertenumfrage – Fragebogen

1. I have been able to configure the LASAD framework by means of the authoring tool.
2. I have been able to configure the LASAD framework by means of the authoring tool 'in an adequate time.
3. I think the authoring tool of the LASAD framework is easy to use.
4. Did you experience any problems? Can you describe the problems?
5. How do you think can the authoring tool be improved?
6. Do you have any additional comments?

Die Fragen 1-3 mussten auf folgender Skala beantwortet werden: 1 = *Strongly agree*, 2 = *Disagree*, 3 = *Neither agree nor disagree*, 4 = *Agree*, 5 = *Strongly agree*. Die Fragen 4-6 waren offen gestellt und eine Freitext-Antwort konnte eingegeben werden.

### 8.2 Laborstudie – Aufgabenstellung T<sub>1</sub>

*User definition:*

Please create the following three users:

Username	Password	Role
Bob	Bob123	Guest
Pia	456Pia	Guest
Tom	Tom654	Developer

*Ontology definition:*

Please create a new ontology named "Hypothetical Reasoning Ontology". The ontology should consist of three nodes and one relation. Each node should have a different border style.

The nodes should be titled as following:

1. Hypothetical  
(in red color, including a text field as well as an internal link to a given text)
2. Fact (in orange color, including a text field)
3. Test  
(in blue color, including two labeled text fields (labels: "if" and "then") as well as a drop down menu labeled "Confirmed?" with two options: "Yes" and "No")

The following relation should be available:

1. is connected to (in green color, not directed and without any explanations, that is, only the line without any additional panel that show the title)

*Template definition:*

Please define a template named "Hypothetical Reasoning Template". The template should be based on the newly created ontology "Hypothetical Reasoning Ontology" and allow only one user at a time. Furthermore, the following given text should be available:

Line No.	Content
1	Argumentation is essential in many aspects of life – in private as well as in business
2	However, most people struggle to engage in reasonable argumentation. Thus it is important to support argumentation learning from early childhood on.
3	One way to teach argumentation is computer-based argumentation tools.

*Session definition:*

Finally, the following pre-defined sessions based on the template “Hypothetical Reasoning Template” should be created:

1. Hypothetical Argumentation – Session 1 (Restricted to user “Bob”)
2. Hypothetical Argumentation – Session 2 (Restricted to user “Pia”)

### 8.3 Laborstudie – Aufgabenstellung T<sub>2</sub>

You plan to conduct a small lab study with three participants. In this lab study, the participants should argue about global warming. Therefore, the system should provide multiple workspace elements: First of all, they need to state hypotheses. These hypotheses must be supported by means of data. The data will be entered by the users as text and supported via web references to external material. In addition, each data should get a believability score ranging from 0 to 5 assigned. To connect the data to the hypotheses, there must be two kinds of relations possible: pro and con. In the con case, there should be a text field available that allows the user to clarify why it is con. All relation should have a direction. Further, nodes and relations should have a color on their own. Each node should have a different border to make them easier distinguishable.

The participants should use anonymous standard user accounts. These accounts should be named lab1 to lab3. In addition, there should be another user account named mod1 with additional rights for teachers. For all accounts, the passwords should be equal to the username.

All participants and the teacher should be able to work in the same argument session at the same time and there will be two runs. To allow for an easy coordination of activities they should be able to see who is active in the session. Additionally, the participants should be able to chat with each other in the system. Further, it should be clear who created which part of the argument graph und who is currently working on which part of the argument graph. The latter can be done via a tracking of the cursor movements.

# Exploring information flow issues during the implementation of a Campus Management System

**Paul Glowalla**

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences,  
Albertus-Magnus-Platz, 50923 Cologne, E-Mail: glowalla@wiso.uni-koeln.de

**Ali Sunyaev**

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences,  
Albertus-Magnus-Platz, 50923 Cologne, E-Mail: sunyaev@wiso.uni-koeln.de

## Abstract

The Bologna Declaration is an impetus for the implementation of enterprise systems at Higher Education Institutions (HEI) – so-called Campus Management Systems (CMS). The implementation of such enterprise systems leads to a change of organizational structures. This is a challenge especially for HEIs. As the communication and the flow of information are essential in such projects, we explore aspects that have a negative impact on the information flow. Considering the specific organizational structure of HEIs, it is important (1) to understand the specific, decentralized organizational structure and (2) to assign tasks and roles to adequate employees that are ‘professionals’ or that are supported by ‘professionals’. We conducted an exploratory case study at a large university with more than 40,000 students.

## 1 Introduction

By now 47 countries throughout Europe adopt the Bologna Declaration, introducing comparable degrees based on a three cycle structure - bachelor, master, doctorate [2]. The Bologna reformation has an impact even beyond the borders of Europe [32]. It entails an increasing amount of administrative work [1, 4] and therefore is a main driver for Higher Education Institutions (HEIs) to introduce Campus Management Systems (CMS) [1, 25].

A CMS is an integrated application system that supports all study related processes. This includes the operational tasks regarding the entire student life cycle and providing adequate information for the management of HEIs [1, 5, 22, 27]. Regarding the definition of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems, CMS are comparable [1]. ERP Systems are integrated software systems, as well, aiming to support core business processes and integrate data in organizations [6]. Much research exists on ERP Systems. However, as the failure rate of ERP implementation is still high, a current study provides a holistic analysis of success and risk factors of such implementation projects [12]. These success factors may also be helpful regarding

implementation project of CMSs, as in both cases the implementation, the standardization, and integration of processes leads to a change of organizational structures [1, 14]. However, the integration of CMS entails a specific project context, as the implementation takes place at HEIs. HEIs are highly resistant to change [7, 23, 29] and may be in need for different information system development strategies [11, 17]. Following the typology of Mintzberg [21], HEIs can be classified as professional bureaucracies [13, 20]. In this context, the academic personal are highly trained professionals forming a decentralized, autonomic operative basis that holds much power. The question arises if and to what extent the risk and success factors for ERP implementations are valid for CMS implementations.

Compared to research on ERP projects, the research on CMS is rather new. However, current research on software implementation at HEIs considers communication an important factor [4, 9, 14, 15]. Further, communication can be seen as part of change management [26], which is another important factor in such projects [12]. Hence, we consider communication and the flow of information as essential in such projects.

We examine the implementation of a CMS at the University of Cologne (UoC), Germany, with more than 40.000 enrolled students. Current case studies on the implementation of integrated information systems at HEIs do not explicitly consider the HEIs' organizational structure [5, 14] or the project structure [5, 9, 14, 15]. Due to the high autonomy within the decentralized organizational structure, we consider the project structure as essential to achieve the successful implementation of an integrated system. Therefore, our study provides a novel perspective on the implementation of CMS in a HEI, emphasizing the need for an explorative approach. We focus on the information flow between the overall project team (CMS Team) and the Faculty of Management, Economics and Social Science (FoMES). Based on specific decisions made by the faculty, we identify aspects that have a negative impact on the information flow. The case study aims at a detailed description of these relevant aspects in the underlying context. This adds to the body of knowledge in terms of research on CMS projects regarding the aspects that have to be considered when conducting implementation projects at HEIs and how to cope with them.

In the next section, we present our applied methodology. Section 3 provides an overview of the implementation project, regarding its project structure and the course of the project. The findings – the aspects having a negative impact on the information flow – are presented in section 4. The aspects and possible solution are discussed in section 5 with regard to the organizational characteristics of HEIs. Finally, section 6 concludes this article.

## 2 Methodology

In this section, first we present the suitability of the case study approach for our purpose. Then we describe the data collection and analysis in more detail.

### 2.1 Case study

The goal of our study is to evaluate and understand practice – in this case the implementation project of a CMS – to gain new findings and apply them to improve this practice [10, 18]. We chose the case study as a methodology as it allows investigating contemporary phenomena within their context [31] and the application of more than one method for data collection [8, 31]. As we are interested in new findings in the context of the UoC, this study has an exploratory

character. However, as we expect to gain insight into the reasons responsible for our findings, we expect the study, as most case studies, to be exploratory and explanative [31]. Adopting an interpretive approach, we are aware of our role as researchers [10, 30]. In this context, we are not an independent observer, but a part of the context, that is, the social world we study. We present the data collection and analysis in more detail in the next sections.

## **2.2 Data collection**

We conducted interviews and collected documents regarding the examined phenomenon to corroborate our findings [10, 30, 31].

The initial and unstructured Interview was scheduled with the IT Official of the FoMES who was a member of the CMS Board and the ICT Committee. In this interview, we obtained an overview of the course of the overall project. Additionally, about 150 documents including e-mails, training material, manuals and protocols from conferences were provided. We collected further documents from the official web pages of the university and the project. We conducted another unstructured interview with the overall project manager to complement the overview about the course of the overall project. Both initial interviews were based on a narrative approach [10]. To start and encourage the narration, we posed only open and general questions, covering: The role of the interview partner in the project, the course of the overall project and changes that occurred in the project structure.

Based on these initial interviews, we scheduled five semi-structured interviews with the above mentioned and three further participants. One of the new participants was head of the Examination Office during the overall project. The Examination Office coordinates the examinations, the necessary enrollment and the publishing of the grades. Initially, the examination management module of the CMS should replace the existing examination management system. One of the other two participants was and the other still is responsible for the operational organization and coordination of the project at the FoMES. The semi-structured interviews followed a guideline which was sent ahead to the participants for preparation to ensure that the same topics were covered by the different participants. However, the participants had the chance to address the questions in their preferred order and unfolding narrations were not intercepted. Before ending the interviews, the guideline was checked for questions that were not yet addressed. The interview guideline embodied open questions only, focusing on the implementation project at the FoMES. These questions covered: The role of the interview partner in the project, the course of the project, the project structure and changes that occurred in the project structure, the specific project entities, the communication within the project, the role of the E-Learning System and the IT-Governance.

## **2.3 Data analysis**

We based the analysis of the data on qualitative content analysis [19]. This includes the coding of the data to find relevant aspects. The coding of data does not prevent the researchers from a subjective approach [30]. However, it allows linking our findings directly to our collected data and was helpful for restructuring our identified aspects throughout the research, which is important as the developed categories, that in the end constitute our aspects, are constantly adjusted throughout the study.

We identified the relevant aspects by coding the interview protocols and used the collected documents to verify person-specific data and place the interview statements into the project

context. Therefore, the documents were essential for explicating the interview material with respect to the project context [19]. An aspect is considered as having a negative impact on the decision-making process if information is missing that is relevant for the decision. A decision consists of the problem, the need for and the purpose of the decision. To determine the best of the given or existing alternative actions, these are prioritized considering criteria and stakeholders affected by the decision [24]. Of course, it cannot and should not be determined if the best alternative - if existent at all - was chosen. Retrospectively, through the information provided by the interview partners, it can only be determined if information which was identified as relevant was missing regarding specific decisions.

We chose the elements and the consequences of the decisions as predefined concepts for the data coding. Using an analysis tool (NVivo) allowed comparing the codes regarding the decisions and their components. This approach makes it possible to compare the view of the different interview partners regarding each decision - e.g., available information for a decision maker, different point of views. This allows the identification of problems regarding the information flow, even when not explicitly mentioned by the participants.

The sentences and statements are also coded into emergent concepts, regarding the aspects impacting the information flow. After the coding of all protocols, each identified concept was checked for coherence. All included code had to match the description of the concept. Otherwise we adjusted or rejected the concept. We checked the concepts whether they were corroborated through more than one participant and merged redundant concepts. If the concepts were disjunctive, we checked whether relations or dependencies exist between these concepts. From the resulting concepts, we identified the ones which had a negative impact on the decision-making, in the following referred to as relevant aspects.

### 3 Case Description

In this section, we provide an overview of the case, focusing on the project structure. We first present the project structure and how it is embedded into the UoC. Then we provide a short overview, how the project structure evolved during the course of the project.

#### 3.1 The UoC and the FoMES: Building the project structure

The UoC is, with respect to the number of students, the third largest university in Germany [28]. More than 40,000 students are enrolled at the six faculties. The FoMES is with over 8,000 students and more than 700 course modules the second largest faculty at the UoC, after the Faculty of Arts and Humanities (FAH).

Figure 1 shows the simplified project structure from the project's beginning in October 2006 and its evolvement during the project. The *CMS Board* forms the central platform for the communication and strategic coordination across the project participants. It consists of the

- *CMS Team*, consisting of six members, including the *Overall Project Manager*,
- the *Rectorate*, especially the responsible office of the Pro-Rector of Teaching and Studies,
- representatives of each *faculty* involved,
- and further representatives (e.g., the Data Protection Official, Department of Student Affairs, the Regional Computing Center).

At each faculty a *CMS Task Force* was established with the beginning of the implementation. In this task force, the requirements of the faculty were discussed and the CMS Team informed the faculty representatives about the projects' progress. The representatives were responsible to forward the information to the faculty members. At the FoMES, the *IT Official* was part of the taskforce as well. He advocated the IT requirements of the FoMES in front of central institutions and coordinated university-wide projects and those internal to faculties.

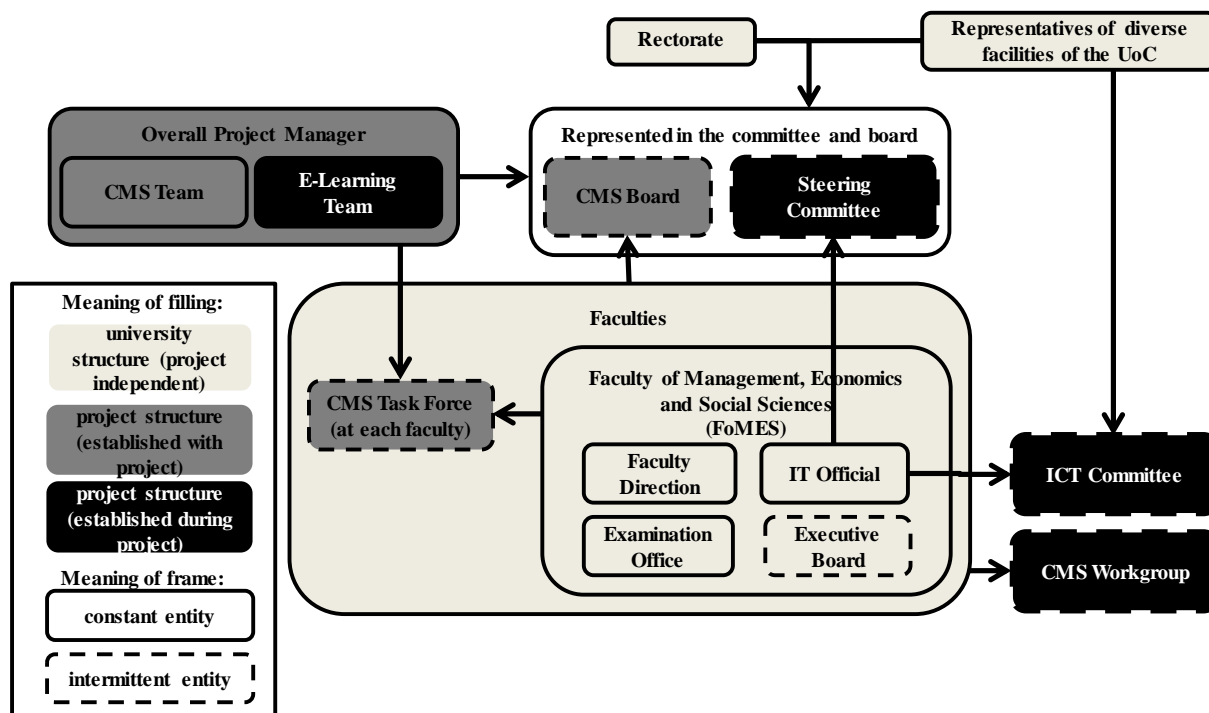


Figure 1: Embedded project structure and its evolvement during the project

The *Steering Committee* was composed like the CMS Board, except for a number of representatives, e.g., of the faculties. The IT Official of the FoMES was part of it, but in this case not as a representative of the faculty. The Steering Committee counseled the Rectorate in project decisions based on the suggestions and recommendations of the CMS Board.

The *ICT Committee* integrates the universities libraries and the center for applied informatics. During the course of the project this committee evolved, getting a more and more strategic focus with tasks regarding the coordination of IT services and architecture across the universities' facilities, reaching beyond the CMS project. The Committee and its organization are still evolving. The creation of two working committees, which should support the ICT Committee in its decision – regarding the universities' service portfolio and comprehensive IT strategy – is currently under discussion.

After the strategic part of the project was considered completed, the CMS Board ceased its meetings. Instead, the *CMS Workgroup* was established where employees from the faculties met to exchange experiences and to discuss requirements and the configuration of the CMS on an operational level. Before the establishment of this Workgroup, only meetings took place between the faculties to evaluate the enrollment phases. Further, communication between the faculties took place bilaterally.

### 3.2 Course of the Implementation Project

We provide a short overview of the implementation project's course in Table 1. The changes in the project structure are emphasized. The presented course is focused on the events around the FoMES from the decision to adopt the bachelor and master degrees to the most critical implementation phase; before a central dedicated coordination of the project at the FoMES was established. Now, the course management, including enrollment in courses and the interface of the CMS to the E-Learning platform is implemented. However, the examination management of the FoMES is still running on the legacy system.

Date	Scope	Event	Impact / Comment
May 2006	UoC	Decision to implement a CMS	First software implementation project of this size and complexity at the UoC
From June 2006	UoC	Overall project manager developing overall project structure	
October 2006	UoC	Start of implementation project	
December 2006	FoMES	Decision to extend existing system of the FoMES instead of CMS for examination management of bachelor degrees. Considering implementation of the CMS' course management instead.	Uncertainty regarding the CMS and if the support of the heterogeneous processes at the different faculties was possible. Further, risk of a simultaneous implementation at the FAH and FoMES should be decreased.
April 2007	UoC	<i>Establishment of the Steering Committee</i>	
	Faculty department	Pilot project at department, where self-contained degree programs exist	
October 2007	UoC	Introduction of bachelor degrees	Introduction of the master degrees postponed
	FAH	Start of implementation project	
December 2007	FoMES	Implementation of examination management for masters degree postponed. Instead implementation of course management for all degree programs, and pilot project to connect E-Learning with CMS	The E-Learning system already existed and was used by different faculties, especially by the FoMES, where this system was developed.
January/February 2008	UoC	<i>Establishment of ICT Committee</i>	
June 2008	UoC, FoMES	<i>E-Learning Team established</i>	
December 2008	FoMES	First attempt to map the examination regulations of the FoMES by the CMS Team	It became obvious that the mapping differed from the requirements.
January and March 2009	FoMES	New employees hired for operational organization and coordination of the project at the FoMES	Since then, the course management at the FoMES was gradually extended.
Middle of 2009 - August 2011	UoC	<i>CMS Board ceased its meetings. CMS Workgroup was established</i>	Strategic part of project was considered completed.

**Table 1: Course of the implementation project**



## 4 Findings

This section presents the identified aspects having a negative impact on the information flow. The (1) vague definition of roles, (2) improper decision makers, (3) informal communication, (4) transfer of inherent experiences and knowledge, and (5) lack of documentation.

### 4.1 Vague definition of roles

Some roles were not clearly defined, e.g., regarding their purpose, rights and duties, regardless of a role being assigned to a person or project entity. Before an employee was hired for the operational organization and coordination of the project at the FoMES in January 2009, the CMS Team had no distinct and clearly defined contact persons. Communication between CMS Team and faculty for central decision making was not possible up to this moment. Another example for the vague definition of the role of a project entity is the E-Learning Team. It developed a possibility for the connection of the E-Learning System to the CMS which led to an adjustment of the E-Learning course structure that was used by the FoMES. Furthermore, a developer who was not legally obligated for the further maintenance and support of the system was hired for the development of the interface. These decisions were not communicated to and coordinated with the FoMES. Hence, the faculty was not aware of these decisions and their consequences, and would not have agreed to the pilot project under these circumstances. In the opinion of the IT Official of the faculty, the E-Learning Team misunderstood its role regarding their right to make these decisions. However, the role of the E-Learning Team and their associated rights could not be clearly resolved. Another problem was that the members and tasks of the committees were not clearly defined. This led to ineffective meetings in which necessary decision makers were absent and topics were discussed which were not adequate for this meeting.

### 4.2 Improper decision makers

As pointed out before, it is necessary to have all relevant information for decision making, or rather for being able to make the best possible decision. Therefore, a decision maker is considered as improper if he does not have the possibility to gather all relevant information due to his role or position in the project. It is important to understand that this is neither a statement about the qualification of the decision maker, nor that there is a more proper decision maker available. An example is the above mentioned hiring of an employee for the operational organization and coordination of the project at the FoMES. She immediately was set as the central contact person for the CMS Team and the faculty. The employee herself stated that she had no skills regarding the CMS. Hence, she was not able to assess the requirements of the departments that were communicated to the CMS Team. Further, she had no possibility to gather the necessary information, e.g., by means of dedicated contact partners. This led to conflicting and dispensable requirements. Another example is that the IT Official held many meetings with the CMS Team to discuss and coordinate the implementation, although many organizational topics still had to be discussed, e.g., regarding the reformation of teaching and studies, for which the Dean or Vice-Dean are responsible. In this context, the project was seen as an IT-project, that is, an implementation of a system that would lead to an alignment of the processes across faculties. Therefore, employees responsible for organizational tasks and processes did not participate or were not involved in the project in an appropriate extent.

### 4.3 Informal communication

Communication channels existed which were not defined by the project structure. This informal communication can take place between individual persons, but even within a committee which is not formally convened. In this case, the Steering Committee was summoned by the Rectorate, independent of the formally established structure. However, as the committee was summoned officially and became a part of the project structure, the committee and its communication might be informal, but also official and transparent. Hence, the CMS Team was able to react (e.g., by taking part in the meetings, accessing meeting protocols). More problematic might be the informal communication, ranging from rumors to distinct exchange of information on a regular basis. Besides some examples where information was obtained informally to prepare for meetings, there is an example for the distinct exchange of information which shows the possible issues: The heads of the Examination Offices in the FoMES and the FAH were in contact. As the implementation started at the FAH, information about the course of the project and especially about occurring problems was exchanged. This information was disseminated at the FoMES and considered in its decisions. Taking into account the differences between the faculties (e.g., the different legacy systems, different organization of the exam and course management, the more centralized organizational structure of the FoMES) it can be questioned whether the obtained information can be transferred from the FAH to the FoMES. Because of the different contexts of the faculties, the transfer of the information without the necessary adjustments (e.g., a review by the CMS Team) leads to a suboptimal information basis.

### 4.4 Transfer of inherent experiences and knowledge

Experiences that were made in the course of the project and the resulting knowledge were transferred to different contexts without adjustment. Inherent assumptions were not communicated between the CMS Team and the FoMES. The prominent example during the course of the project is the mapping of the degree programs into the CMS. At the FAH, the CMS Team mapped examination regulations on their own into the respective CMS module. This was a sufficient solution for the course structure at the FAH where new courses are defined every semester. In contrast, at the FoMES, the programs consist of regular courses and the examination regulations are more rigid. Despite these differences, the CMS Team wanted to map the examination regulations the same way as they did at the FAH. The FoMES in turn build its expectations based on its understanding of the examination regulations. Further, it had only the information from the CMS Team that the examination regulations should be mapped into the CMS module, but not on how this would be done.

### 4.5 Lack of documentation

The lack of documentation is mentioned in different contexts. One example is a missing documentation of the mapping process of the regulations. Therefore, the faculties followed different approaches and were not able to refer to already realized mapping structures. Furthermore, there was no formal documentation which was permanently updated and which determined the project structure. We assume that the lack of documentation also leads to missing, false or ambiguous information. Insufficient documentation renders it impossible to disseminate the same pieces of information to a varying amount of different recipients over a long time period and therefore leads to the loss or misinterpretation of information.

## 5 Discussion

In this section, we present the identified aspects referring them to the specific organizational structure of HEIs. Then, we discuss the project structure and its evolvement throughout the project's course. Finally, we provide limitations of our study and possible for further research.

### 5.1 Relevant aspects and the university as a professional bureaucracy

In this section, we link three of the identified aspects to reasons that can be related to the organizational structure of the university as professional bureaucracy. Further, we present case-related solutions, that is, solutions that were observed from the case study or which are derived directly from observed issues (Table 2). The latter ones are enclosed in parentheses.

Relevant aspects	Reasons for negative aspect due to organizational structure at the UoC	Case-related solution
<b>Vague definition of roles</b>	Organizational structure was not clearly defined; not documented entities existed. No clearly defined contact persons providing communication interfaces between stakeholder groups existed.	(Clearly state what purpose, tasks, rights, duties and, - where necessary - members are assigned to a role and define central coordinators.) (Clearly define requirements of a role.)
<b>Improper decision makers</b>	Decisions are made by professors who lack the knowledge of the processes, that is, they do not have all relevant information. It is problematic for employees to advance their own views if they do not hold a professorship.	Involve professors, who are an important and autonomic part of the university structure, early and seek their commitment. For operational decision making, employees with the necessary know-how are needed, supported by professors.
<b>Informal communication</b>	Decentralized and autonomic structure leads to intransparent communication channels. Decentralized power centres lead to intransparent project structures.	(Gather information about possible informal communication channels and involve active communicators.) Provide information (e.g., through support, contact persons) to foreclose informal communication as far as possible, e.g., by establishing an open exchange platform.

**Table 2: Reasons and solutions for negative aspects**

The vague definition of roles and the improper decision makers are closely intertwined. Considering the proposed solutions, we see the main problem in defining decision makers that are accepted by professionals [21]. Even if an employee has the required know-how, he may not be accepted as a professional and may need an accepted professional to support his suggestions. Considering the informal communication, we see the main challenge in understanding the internal structure of an HEI. We argue that a project team should focus on understanding the existing structure and identify professionals that can support the project.

### 5.2 Centralization within the project structure

The implementation of the CMS entailed a centralization of organizational and technical aspects. The development of the project structure clearly shows that the necessity of university-wide coordination of these aspects was realized in the project's course. Organizationally, this is visible in the establishment of the CMS Workgroup as a platform for the communication between faculties on an operational level. This platform was on the one hand utilized for making agreements regarding the configuration of the CMS for global settings. On the other hand it was

utilized for discussions and the exchange of experiences with the CMS. Technically, this is visible in the establishment of the ICT Committee and the planned establishment of the supporting Working Committees. Besides project specific topics also other IT-topics and their coordination were and should be covered in these committees. This is part of an IT-Governance that is currently planned at the UoC. It is important to consider the existing and possibly parallel hierarchies or structures [3] when building the project structure at a HEI. The autonomy of the faculties and of single persons leads to a gap between documented and actual structures. From an external view, these structures can be very intransparent. As HEIs are decentralized and highly resistant to change, we argue it is the more important to initially centralize the organizational structure within the project.

### 5.3 Limitation and further research

The challenge of implementing integrated systems at HEIs is primarily an organizational one [9, 14, 15], emphasizing our results' importance. Due to the novelty of research on CMS implementation and our specific focus on the university and project structure, the generalization is limited. Existing research on implementation of integrated systems at HEIs considers important issues and challenges [5, 9, 14, 15]. Surprisingly, the importance to specifically address professionals within HEIs is not explicitly considered. We argue that addressing professionals to gain access to organizations' sites and employees with the necessary know-how is essential. Neglecting to address professionals in advance may even inhibit considering an implementation of a CMS due to the high autonomy within the decentralized structure [25]. Further research should assess the importance of our results within other HEIs and aim for generalization. We see the necessity to compare structures across HEIs and, if available, their approaches on the implementation of CMS. Such a study would provide a basis to systematically compare HEIs with other professional bureaucracies from sectors with a broad body of knowledge regarding systems implementation.

The information dissemination, e.g., between the FoMES and rectorate, was not considered. Further research is needed to examine other success factors, e.g., if top management support is as important at HEIs as in ERP projects. In the case of several German universities, a reformation is in progress, granting universities more autonomy [16]. This leads to a change of universities' structure, reducing autonomy and power of faculties.

## 6 Conclusion

Integrated enterprise systems are becoming more important for HEIs for several reasons. As communication is an important factor in implementation projects at HEIs, we examined aspects having negative impact on the information flow in a case study. We found that the vague definition of roles, improper decision makers, informal communication, the transfer of inherent experiences and knowledge, and the lack of documentation had a negative impact on the information flow. Especially the first three aspects have reasons lying in the specific organizational structure of the HEIs. To reduce negative impacts on the information flow, it is necessary to provide clear definitions of the structure and roles in the project. It is important that the purpose, tasks, rights, duties and, where necessary, members of the role are defined. Further, it is necessary, especially for an external project team, to involve university members into the project. We see two main challenges at HEIs. First, to understand the specific,

decentralized organizational structure. Second, to assign tasks and roles to adequate employees that are professionals or that are supported by professionals.

## 7 Literature

- [1] Alt, R; Auth, G (2010): Campus Management System. *Business & Information Systems Engineering* 2(3):187-190.
- [2] Benelux Bologna Secretariat (2007): About the Bologna Process.  
<http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/about/>. Abgerufen am 09.09.2011.
- [3] Birnbaum, R (1989): *How colleges work*. Jossey-Bass, San Francisco.
- [4] Bode, A; Borgeest, R; Pongratz, H (2007): The ICT Strategy of the Technische Universität München. In: JF Desnos and Epelboin Y. (Hrsg.), *Proceedings of 13th International Conference on European University Information Systems*. Grenoble.
- [5] Brune, H; Jablonski, M; Möhle, V; Spitta, T; Teßmer, M (2009): Ein Campus-Management-System als evolutionäre Entwicklung - Ein Erfahrungsbericht. In: HR Hansen; D Karagiannis; H Fill (Hrsg.), *Konzepte, Technologien, Anwendungen, 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2009)*. Wien.
- [6] Davenport, TH (1998): Putting the Enterprise into the Enterprise System. *Harvard Business Review* 76(4):121-131.
- [7] Duke, C (2002): *Managing the Learning University*. Open University Press, Buckingham.
- [8] Eisenhardt, KM (1989): Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review* 14(4): 532-550.
- [9] Fischer, H; Hartau C. (2009): STiNE an der Universität Hamburg - Zur Einführung eines integrierten Campus-Management-Systems. In: HR Hansen; D Karagiannis; H Fill (Hrsg.), *Konzepte, Technologien, Anwendungen, 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2009)*. Wien.
- [10] Flick, U; Kardorff, E v.; Steinke, I (2009): *An Introduction to Qualitative Research*. 4. Auflage. Sage Publications. London.
- [11] Heiskanen, A; Newman, M; Similä, J (2000): The social dynamics of software development. In *Accounting, Management and Information Technologies* 10(1):1-32.
- [12] Hoermann, S; Kienegger, H; Langermeier, M; Mayer, M; Krcmar, H (2010): Comparing Risk and Success Factors in ERP Projects: A Literature Review, *Proceedings of the Americas Conference on Information Systems*. Lima, Peru.
- [13] Hubig, L (2009): *Die Universität*. 1. Auflage. Eul, Lohmar.
- [14] Janneck, M (2010): Challenges of software recontextualization: lessons learned, *Proceedings of the 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*. Atlanta.
- [15] Klug, H (2009): Erfolgsfaktoren bei der Umstellung von Informationssystemen an Hochschulen. In: HR Hansen; D Karagiannis; H Fill (Hrsg.), *Konzepte, Technologien, Anwendungen, 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2009)*. Wien.

- [16] Land Nordrhein-Westfalen (2006): Gesetz über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hochschulgesetz – HG). [http://www.wissenschaft.nrw.de/objekt-pool/download\\_dateien/hochschulen\\_und\\_forschung/HFG\\_22\\_10.pdf](http://www.wissenschaft.nrw.de/objekt-pool/download_dateien/hochschulen_und_forschung/HFG_22_10.pdf). Abgerufen am 09.09.2011.
- [17] Lupu, A; Bologa, R; Sabau, G; Muntean, M (2008): Integrated information systems in higher education. *WSEAS Transactions on Computers*(7):473-482.
- [18] Maxwell, JA (2005): *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. SAGE, Los Angeles, CA, USA.
- [19] Mayring, P (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse*. 11. Auflage. Beltz, Weinheim.
- [20] Minssen, H; Wilkesmann, U (2003): Lassen Hochschulen sich steuern? *Soziale Welt* 54(2):1-29.
- [21] Mintzberg, H (1980): Structure in 5's: A Synthesis of the Research on Organization Design. *Management Science* 26(3):322-341.
- [22] Radenbach, W (2009): Integriertes Campus-Management durch Verknüpfung spezialisierter Standardsoftware. In: HR Hansen; D Karagiannis; H Fill (Hrsg.), *Konzepte, Technologien, Anwendungen, 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2009)*. Wien.
- [23] Robbins, S; Barnwell, N (1998): *Organisation Theory: Concepts and Cases*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [24] Saaty, TL (2008): Decision making with the analytic hierarchy process. In *International Journal of Services Sciences*(1):83-98.
- [25] Schilbach, H; Schönbrunn, K; Strahringer, S (2009): Off-the-Shelf Applications in Higher Education: A Survey on Systems Deployed in Germany. In: W Aalst; J Mylopoulos; NM Sadeh; MJ Shaw; C Szyperki; W Abramowicz; D Flejter (Hrsg.), *Business Information Systems Workshops: Lecture Notes in Business Information Processing*.
- [26] Sonntag, K; Stegmaier, R; Michel, A (2008): Change Management an Hochschulen: Konzepte, Tools und Erfahrungen bei der Umsetzung. In: R Fisch; A Müller; D Beck (Hrsg.), *Veränderungen in Organisationen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- [27] Sprenger, J; Klages, M; Breitner, MH (2010): Cost-Benefit Analysis for the Selection, Migration, and Operation of a Campus Management System. *Business & Information Systems Engineering* 2(4):219-231.
- [28] Statistisches Bundesamt (2010): Studierende an Hochschulen. Vorbericht Wintersemester 2009/2010. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/BildungForschungKultur/Hochschulen/StudierendeHochschulenVorb2110410118004,property=file.pdf>. Abgerufen am 09.09.2011.
- [29] Tapscott, D (1996): *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill, New York.
- [30] Walsham, G (2006): Doing interpretive research. *European Journal of Information Systems* 15(3):320-330.
- [31] Yin, RK (2009): *Case study research*. 4. Auflage. SAGE, Los Angeles, California.
- [32] Zgaga, P (2007): Looking out: The Bologna Process in a global setting. [http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/WGR2007/Bologna\\_Process\\_in\\_global\\_setting\\_finalreport.pdf](http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/WGR2007/Bologna_Process_in_global_setting_finalreport.pdf). Abgerufen am 09.09.2011.

# Performance Dashboard für Dozenten in der universitären Lehre<sup>1</sup>

**Katja Lehmann, Niroshan Thillainathan, Philipp Bitzer, Jan Marco Leimeister**

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34127 Kassel,

E-Mail: {katja.lehmann, thillainathan, bitzer, leimeister}@uni-kassel.de

## Abstract

Universitäre Massenlehrveranstaltungen bieten Dozenten kaum Möglichkeiten mit Studenten zu interagieren. Durch IT-Einsatz wird verstärkt versucht die Interaktion bzw. den Lernerfolg zu verbessern. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, die durch die IT-Verwendung entstehenden Informationen zu nutzen. Ziel der vorliegenden „Research in Progress“-Arbeit ist daher die Identifikation von Informationen, die für Dozenten zur Beeinflussung des Lernerfolgs geeignet sind. Die Informationen werden als Kennzahlen in ein Performance Dashboards einfließen. Hierzu wurden in einem Workshop mit Universitätsdozenten bewertete Kennzahlen entwickelt, die die Grundlage für die Aufbereitung in einem Performance Dashboard bilden. Dozenten soll die Möglichkeit gegeben werden, das Lernverhalten der Studenten nachzuvollziehen und deren Lernerfolg zu verbessern.

## 1 Einleitung

Bis dato existiert im Dienstleistungsbereich kein einheitliches Produktivitätsverständnis [2]. Dies gilt insbesondere für den Markt der Weiterbildung, welcher 2008 in Deutschland ein Volumen von 26,5 Mrd. Euro hatte [11]. Die Herausforderung, deren Produktivität zu steigern und zu gestalten, wird auch durch den demografischen Wandel, die Entwicklung zur Wissensgesellschaft und neue Technologien verstärkt [23]. Das Forschungsprogramm MARS bescheinigt der Bildung als Dienstleistung zwar ein besonders hohes Wachstumspotenzial, zugleich jedoch auch noch einen großen Forschungsbedarf [30].

Lerndienstleistungen sind wissensintensiv und erfordern ein gewisses Maß an Interaktion zwischen Lerner und Dozent. Dies erschwert jedoch die Gewährleistung von Serviceerfolg, d. h. die individuelle Steigerung von Wissen des Lernenden und der Wissenstransfer in Unternehmen bei minimalem Input. Dies begründet sich durch die Komplexität und die Vielfältigkeit der Einflussfaktoren von Lerndienstleistungen [4]. Ein Ansatz zur Unterstützung von Lerndienstleistungen ist der Einsatz von IT, der die Interaktion mit den Lernenden verstärkt und die Arbeit des Dozenten erleichtert [4]. Der Einsatz von IT ermöglicht es erst, Daten von Studierenden zu erheben und somit die Wirksamkeit und Effizienz von Lerndienstleistungen zu verbessern [22].

---

<sup>1</sup> Gefördert durch das BMBF-Projekt ProduSE, Förderkennziffer: 01FL10043.

Die Herausforderung besteht in der Identifizierung und Operationalisierung relevanter und messbarer Nutzeneffekte. Nur relevante Informationen sind hilfreich für den Dozenten und erlauben eine Verbesserung der Lerndienstleistung sowie eine Optimierung der Performance der Studenten. Dies erfordert eine Identifizierung geeigneter Indikatoren aus Sicht von Experten aus dem Lerndienstleistungsbereich. Somit ergibt sich für die vorliegende Untersuchung folgende Fragestellung:

*Welche relevanten Kennzahlen existieren, die in einem Dashboard für Lerndienstleistungen berücksichtigt werden sollten?*

## 2 Design Research

Die zunehmende Komplexität von Technologie erfordert eine theoriegeleitete Entwicklung bei Informationssystemen (IS). Grundlage der weiteren Betrachtungen sind daher die Ansätze von Hevner et al. [19] zur theoriegeleiteten Gestaltung von IS.

Aktuelle Forschungserkenntnisse erhöhen die Annahme der Intersubjektivität von Design-Artefakten im IS-Design [33]. Dies kann als präskriptive Forschung verstanden werden, die auf eine Verbesserung von IT-Effizienz abzielt [27]. Design Research beschäftigt sich mit der Ausarbeitung von Artefakten für die Erreichung von Zielen [27]. Der Gestaltungsprozess besteht dabei aus verschiedenen Aktivitäten (Prozessen) und Produkten (Artefakten). Zwei Hauptaufgaben im Gestaltungsprozess gilt es zu erfüllen: Zum einen die Entstehung von Theorien und der Aufbau von Artefakten und zum anderen die Bestätigung von entwickelten Theorien oder Artefakten sowie deren Evaluierung. Folgende Gestaltungsbausteine sind Teil im Design Research:

1. Konstrukte

Konstrukte formen die Sprache einer (Unter-)Disziplin. Ein Konstrukt kann hoch formalisiert sein und zur Beschreibung von Problemen und Lösungen in einem Spezialgebiet verwendet werden.

2. Modelle

Ein Model stellt die Realität auf eine vereinfachte und leichter zugängliche Weise dar. Dabei zeigt es die Beziehung zwischen verschiedenen Konstrukten.

3. Methoden

Methoden bestehen aus Sprache (Konstrukt), repräsentieren Modelle und zeigen Aktivitäten für die Lösung von Aufgaben.

4. Umschreibung

Die Umschreibung eines Artefakts in seiner Umgebung wird Instanziierung genannt. Es arrangiert die Begriffe Konstrukt, Model und Methoden basierend auf deren empirischer Verifizierung. Besonders im Bereich der IT werden Instanziierungen zuerst erstellt. Erst dann folgen Methoden, Modelle und Konstrukte.

Das spezifische Ziel dieser Arbeit besteht in der Erstellung eines IT-Artefaktes (Performance Dashboard für Dozenten), d. h. eine Instanziierung basierend auf der aktuellen Forschung in der Dashboard-Gestaltung und Lerntheorie. Da eine theoretische Grundlage für die Gestaltung von Dashboards in der durch besondere Herausforderungen gekennzeichneten Disziplin der Lerndienstleistungen bis dato noch nicht existiert, wird zuerst anhand einer Literaturrecherche ein



allgemeines Vorgehen abgeleitet. Ziel dabei ist es, theoriegeleitete Handlungsanweisungen zur Gestaltung von Dozentencockpits ableiten zu können.

Ausgangsbasis der im weiteren Verlauf getroffenen Überlegungen bildet die cognitive-fit-theory. Diese beschäftigt sich mit dem Einfluss auf die Entscheidungsqualität durch eine graphische bzw. tabellarische Präsentation von Daten [31]. Dabei dient die Theorie als Grundlage für die graphische Aufbereitung und unterstützt bei der Evaluation des gestalteten Dashboards.

### 3 Die Gestaltung eines Performance Dashboard

Grundsätzlich kennt man Dashboards aus Fahrzeugen, die dem Fahrer wichtige Informationen zum Fahrverhalten visuell dargestellt liefern (bspw. die Geschwindigkeit oder die Tankanzeige). Die Idee des Messens und der Kontrolle von Informationen lässt sich auf Organisationen übertragen. Eckerson [8] beschreibt die Möglichkeit, den Erfolg sowie die Leistung eines Unternehmens in einem Dashboard effektiv zu messen. Er beschreibt ein Performance Dashboard als ein vollständiges Informationssystem mit Business Intelligence und Datenintegrationsinfrastruktur. Das Dashboard muss eine Anwendung für die Überwachung, für Analysezwecke und für das Management enthalten. Die Anwendung der Überwachung dient zur Visualisierung von kritischen Informationen auf der Basis relevanter Daten. Die Analyseanwendung verwendet Leistungsdaten zur Untersuchung von aktuellen Problemen. Die Anwendung für das Management unterstützt die Kommunikation zwischen Führungskräften, Managern und Angestellten [8].

In der universitären Lehre sind Massenveranstaltungen üblich. Der Dozent hat dabei nur wenige Möglichkeiten, Informationen über den Lernerfolg der teilnehmenden Studenten zu erhalten. Dies wird nur durch kleine Tutorien im Semester sowie durch Abschlussprüfungen zu Semesterende möglich.

Eine Übersicht über den Leistungsstand sowie den Lernfortschritt der Studenten könnte dem Dozenten helfen, seine Lehre anzupassen, zu modifizieren und zu verbessern. Aus diesem Grund bietet sich ein Performance Dashboard für die universitäre Lehre an, das den Dozenten mit wichtigen Informationen bzgl. Lernverhalten der Studenten bedient.

Pauwels et al. [22] beschreiben eine Methode zur Entwicklung eines Dashboards für ein Unternehmen. Im Folgenden werden die fünf notwendigen Schritte beschrieben:

#### Schritt I: Auswahl von Kennzahlen

Bei der Auswahl von Kennzahlen wird unterschieden in allgemeine und individuelle Kennzahlen. Die allgemeinen Kennzahlen werden definiert als eine feste Sammlung von Kennzahlen. Individuelle Kennzahlen werden benötigt, um Fortschritte bei der Erreichung seiner Ziele zu überprüfen [22]. Für die Erstellung eines Performance Dashboard für die universitäre Lehre haben wir im Rahmen eines Workshops mit Universitätsdozenten Kennzahlen identifiziert, die dann in das Dashboard fließen.

#### Schritt II: Befüllung des Dashboards mit Daten

Das Befüllen des Dashboards mit Daten kann über die Nutzung der bereits existierenden Kennzahlen erfolgen. Darüber hinaus ist es auch möglich, ähnliche Kennzahlen zu finden oder mehrere miteinander zu kombinieren [22].

### Schritt III: Herstellung von Zusammenhängen zwischen den Kennzahlen im Dashboard

Die Kennzahlen sollten sinnvoll miteinander in Verbindung gesetzt werden, um das Dashboard als Entscheidungsunterstützungssystem nutzen zu können [22]. Bezogen auf das Performance Dashboard für Dozenten sollten dabei relevante Informationen verwendet werden, die den Dozenten für eine Optimierung der eigenen Lehre behilflich sind.

### Schritt IV: Prognosen und Szenarien

In diesem Schritt wird das vorliegende Dashboard Modell genutzt um Szenarien zu konstruieren und Prognosen über eine bestimmte Situation zu treffen. Diese Möglichkeit wird als ein fundamentaler Vorteil von Dashboards gesehen [22].

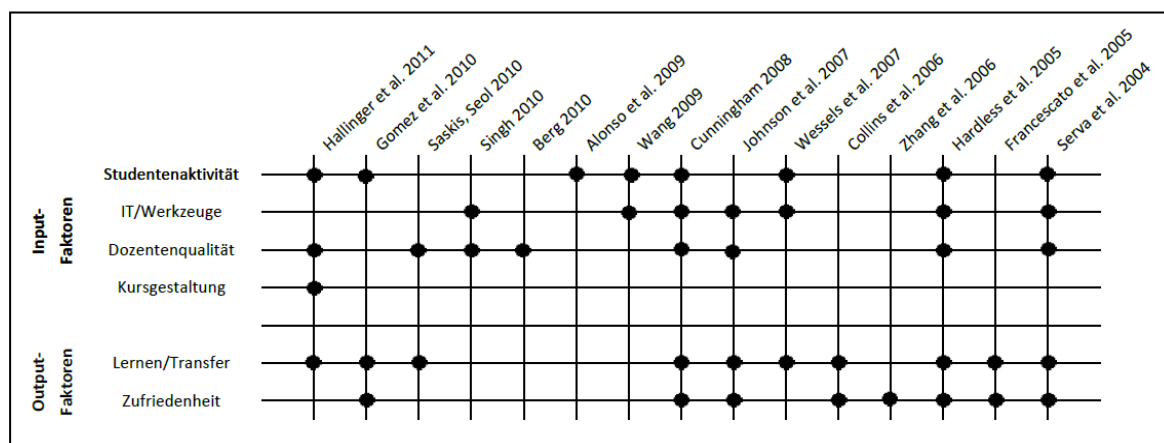
### Schritt V: Verbindung zu finanziellen Konsequenzen

Auf Unternehmensebene richten sich Entscheidungen u.a. im Marketing an den Unternehmenszielen und den Perspektiven der Shareholder aus [22]. Entscheidungen werden somit auf der Grundlage verfügbarer Informationen getroffen. Bezogen auf die universitäre Lehre wird der Dozent die Gestaltung seiner Lehre auf Basis der Informationen im Dashboard ausrichten.

Da eine theoretische Grundlage für die Gestaltung von Dashboards in der universitären Lehre aktuell noch nicht existiert, werden im folgenden Abschnitt die im Rahmen einer Literaturrecherche ermittelten Indikatoren aufgezeigt, die das Lehr-/Lern-Arrangement beeinflussen.

## 4 Faktoren der Lehr-/Lern-Arrangement

Das folgende Schaubild zeigt Faktoren, die bei der Gestaltung der Lehr-/Lern-Arrangements eine Rolle spielen und im Rahmen einer Literaturbetrachtung identifiziert werden konnten. Diese Faktoren beeinflussen die Gestaltung der Lehre und das Lernergebnis der Studierenden, so dass eine Aufteilung in Input- und Outputgrößen vorgenommen wurde.



**Bild 1: Input- und Outputfaktoren für die Lehr-/Lern-Gestaltung**

Folgende Faktoren werden als Inputfaktoren definiert: Studentenaktivität, IT/Werkzeuge, Qualität des Dozenten sowie Kursgestaltung.

In insgesamt acht der untersuchten Studien konnte der Indikator Studentenaktivität als Einflussgröße für das Lehr-/Lern-Arrangement identifiziert werden. Dieser Faktor beinhaltet die individuelle Vorbereitung der Studenten [7][13] und die Interaktion der Lernenden untereinander sowie zwischen Lernenden und Dozent [1]. Weiterhin sind die Diskussionsbeteiligungen der Studierenden [17] sowie deren individuelles Lernen [25] Bestandteil des Faktors Studentenaktivität.

Der wachsende Einsatz von digitalen Technologien, als ein weiterer bedeutender Faktor für Lehr-/Lern-Arrangements, führt zu einem konstruktivistischen Ansatz in der Wissensgenerierung. In virtuellen Lerngemeinschaften können sich die Teilnehmer in Lernaktivitäten gegenseitig herausfordern. Der Einsatz von Technologie ist flexibel und erlaubt Lernenden ein orts- und zeitungebundenes Lernen [28]. Cunningham [7] stellt das gesteigerte Interesse der Lernenden durch die Nutzung von Medien in den Vordergrund.

Die Qualität des Dozenten wird in acht der 15 untersuchten Studien als Größe für das Lehr-/Lern-Arrangement beschrieben. Dieser Indikator umfasst das Expertenwissen des Lehrenden sowie seine Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten [16]. Für Berg [3] ergibt sich eine hohe Qualität des Dozenten durch ein Unterrichten auf hohem Niveau, die Fähigkeit zur Nutzung von IT sowie langjährige Lehr Erfahrung. Darüber hinaus erwähnen Sarkis und Seol [24] das Organisationgeschick der Vorlesung als Faktor für die Dozentenqualität. Die Qualität des Dozenten beinhaltet weiterhin Sozialkompetenz sowie das soziale Auftreten des Dozenten, bspw. Kontaktfreudigkeit, Wärme und Sensibilität [3]; [20]. Weiterhin meint dieser Faktor demographische Daten der Lehrperson.

Die Kursgestaltung, als weiterer Faktor für das Lehr-/Lern-Arrangement, meint die Gestaltung der Lernumgebung für die Studierenden sowie die Möglichkeit dem Dozenten Feedback zu geben [16].

Als Outputgrößen im Lehr-/Lern-Arrangement wurden die Faktoren Lernen/Transfer und Zufriedenheit identifiziert.

Der Indikator Lernen und Transfer konnte in zehn der untersuchten Studien als beeinflussender Faktor des Lehr-/Lern-Arrangement identifiziert werden. Dieser Indikator bedeutet zum einen die Generierung von neuem Wissen [24], der aktuelle Wissensstand [29] sowie eine wahrgenommene Lernverbesserung [12] [17]. Collins et al. [6] schlagen in ihrer Untersuchung vor, in bestimmten Zeitabständen in einer Lehrveranstaltung kurze Lerntests durchzuführen. Für eine Erhöhung des Transferwissens empfehlen Francescato et al. [12] die Einbindung von realen Fällen in die Lehre, um eine bessere Verknüpfung von Theorie und Praxis herzustellen.

Die Zufriedenheit wird in acht Studien als ein wichtiger Faktor für die Gestaltung der Lehr-/Lern-Arrangement gesehen. Johnson et al. [20] definieren Zufriedenheit als wahrgenommenen Nutzen, Interaktion in der Lehre sowie soziale Präsenz. Collins et al. [6] und Francescato et al. [12] empfehlen eine Überprüfung der Zufriedenheit in regelmäßigen Abständen mit Hilfe eines Fragebogens.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche, wurde das Konzept für einen Workshop mit Experten entwickelt. Ziel dabei war es, Kennzahlen zu erhalten, die bei der Gestaltung und Optimierung der Lehre für Dozenten relevant sind.

## 5 Methodik

Wie im ersten Schritt des Dashboard-Entwicklungsprozesses (Kap. 3) beschrieben, ist eine Sammlung von Kennzahlen der Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Dashboards. Für die Realisierung dessen wurde die Fokusgruppe als Forschungsansatz gewählt. Der Einsatz von Fokusgruppen verfolgt das Ziel eine Vielzahl an neuen Ideen zu generieren. Durch die Unterstützung eines Moderators können andere Denkrichtungen aufgezeigt und somit neue Ideen entwickelt werden [14]. Darüber hinaus wurde für diese Studie das kollaborative Setting gewählt. Ziel von Kollaboration ist es, eine komplexe Aufgabe in einer Gruppe zu lösen, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Weiterhin profitiert man von einer heterogen zusammengesetzten Gruppe, da jeder Teilnehmer in verschiedenen Bereichen Experte ist [21]. Untersuchungen zeigen, dass heterogene Gruppen in Bezug auf die Kreativität und im Erreichen von hochqualitativen Ergebnissen besser abschneiden als homogene Gruppen [10]; [26]. In der vorliegenden Untersuchung wurden Universitätsdozenten mit unterschiedlicher Lehr Erfahrung für die Expertenbefragung eingeladen.

Für die Studie wurde ein Workshop, basierend auf dem Kollaborationsprozess-Design-Ansatz (KopDA) nach Kolfschoten & De Vreede [21], entwickelt. Dieser verläuft in fünf Schritten und folgt im Rahmen der vorliegenden Studie folgendem Gesamtziel: Der Erstellung einer bewerteten Liste mit Kennzahlen für ein Performance Dashboard. In dem Workshop wurde in Schritt 1 das Gesamtziel erläutert und die von der Gruppe durchzuführende Arbeit analysiert. In Schritt 2 erfolgt die Zerlegung der Aufgabe in eine Abfolge durchführbarer Aktivitäten. Die erste Aktivität dabei ist ein Brainstorming, um eine möglichst große Vielfalt an Kennzahlen zu sammeln. Danach erfolgt eine moderierte Diskussion, in der jede Kennzahl einzeln mit den Teilnehmern besprochen wird, um ein gemeinsames Verständnis zu schaffen. Dabei werden die Liste bereinigt und mehrfach bestehende Kennzahlen auf eine reduziert. In der letzten Aktivität folgt eine Bewertung der Kennzahlen mit Hilfe einer 5-Likert-Skala. Danach endet der Workshop. In dem Schritt 3 des KopDA werden den einzelnen Aktivitäten thinkLet Gestaltungsmuster zugeordnet. ThinkLets sind mit Namen versehene, gebündelte Facilitationstechniken, die vorhersagbare und wiederholbare Kollaborationsmuster hervorrufen, wenn Menschen auf ein Ziel gerichtet zusammenarbeiten [32]. Im sich anschließenden Schritt 4 wird die Agenda mit den dazu gehörigen Aktivitäten entwickelt. Im letzten Schritt 5 erfolgt die Designvalidierung. Hierbei wird der Aufbau des Workshops von zwei Collaboration Engineers dahingehend geprüft, inwieweit die entwickelten Aktivitäten tatsächlich zur Zielerreichung führen.

Der Workshop wurde mit Hilfe eines Gruppenunterstützungssystems (GSS) umgesetzt. Durch technische Unterstützung kann die kollaborative Arbeit effizienter gestaltet werden, da die Gruppenmitglieder anonym und asynchron miteinander interagieren können [5]; [15]; [18]. Weiterhin strukturiert die Nutzung von GSS den gesamten Kollaborationsprozess [33].

Der beschriebene Kollaborationsprozess wurde in eine Agenda übertragen und in einem dreistündigen Workshop realisiert. Die Fokusgruppe und zugleich Teilnehmer des Workshops bildeten sieben Universitätsdozenten. Weiterhin wurde ein Moderator eingesetzt, der die Gruppe unterstützte sowie ein Facilitator für den technischen Support. Jeder Teilnehmer verfügte über ein eigenes Notebook und hatte auf diese Weise Zugang zum dem verwendeten GSS ThinkTank. Die Ergebnisse des Workshops sind Gegenstand des folgenden Kapitels.

## 6 Ergebnisse

Das Ergebnis des Workshops ist eine bewertete Liste mit 66 Kennzahlen, die sich über die Berechnung der Durchschnittswerte in einer Rangliste darstellen lassen<sup>2</sup>. Die 20 meist genannten Kennzahlen werden in dem Performance Dashboard visualisiert dargestellt und im Folgenden näher beschrieben. Die Informationen für das Performance Dashboard lassen sich zeitlich unterscheiden; je nachdem ob sie für den Dozenten während oder in der Vor- bzw. Nachbereitungsphase einer Vorlesung von Relevanz sind.<sup>3</sup> So wird es Performance Dashboard für die Vor- und Nachbereitung einer Lehrveranstaltung geben und ein weiteres, welches parallel in einer Präsenzlehrveranstaltung zum Einsatz kommt.

### 6.1 Faktoren der Vor- und Nachbereitung

In dem Workshop konnten acht Kennzahlen identifiziert werden, die für einen Dozenten in der Vor- oder Nachbereitung einer Vorlesung von Interesse sind. Diese werden im Folgenden beschrieben.

- a) *unverständliche Folie*: Den Studenten soll es möglich sein, eine für sie unverständliche Folie in einer Power Point Präsentation mit einem Button zu versehen. Dies soll dem Dozent ein Signal geben, welche Folien er in Vorbereitung seiner Vorlesung im folgenden Semester über-arbeiten muss.
- b) *Vorwissen der Studenten*: Über eine Umfrage in der ersten Veranstaltung einer Vorlesung zu Semesterbeginn soll das Vorwissen der Studenten abgefragt werden. Wünschenswert ist für einen Dozenten Informationen darüber zu erhalten, wie viel Prozent seiner Studierenden Inhalte aus anderen Veranstaltungen bereits kennen.
- c) *Anzahl studentischer Fragen*: Für die Nachbereitung einer Vorlesung soll dem Dozenten die Anzahl an Fragen, die in einer Vorlesung gestellt wurden, angezeigt werden.
- d) *Reminder-Funktion für den Dozenten*: Der Dozent soll in der Vorbereitung einer Vorlesung individuell, bspw. über Ort- und Zeitpunkt der Veranstaltung sowie wichtige Materialien, erinnert werden.
- e) *Demographische Daten der Studenten*: Idee hinter dieser Information ist, dass Studierende im Rahmen der Anmeldung zu einer Vorlesung auch Daten bezüglich Fachsemester, Studiengang, u.ä. angeben. Ziel soll sein, den Dozenten zu informieren wie heterogen sich die Studierendenschaft in seiner Vorlesung zusammensetzen.
- f) *direktes Feedback am Ende jeder Vorlesung*: Aktuell werden Evaluationen zu Semesterende durchgeführt. Sinnvoll ist auch ein direktes Feedback im Anschluss an jede Vorlesung. Inhalt des Feedbacks ist u.a. eine Einschätzung bezogen auf die Kompetenz des Dozenten, auf die Praxisorientierung der Vorlesung, die allgemeine Zufriedenheit und der Rückbezug auf Themen der vorangegangenen Veranstaltung.
- g) *Vergleichsdaten aus vergangenen Semestern*: Verfügt der Dozent über eine komprimierte Notenübersicht der teilnehmenden Studenten, ist für ihn der Leistungsstand der Studierenden ersichtlich.
- h) *Abrufe von Dokumenten*: Diese Information gibt dem Dozenten Aufschluss darüber, welche Dokumente (Übungsaufgaben, u. a.) wie oft abgerufen werden.

<sup>2</sup> Aufgrund der Bewertung der Kennzahlen über die 5-Likert-Skala lassen sich die Durchschnittswerte berechnen.

<sup>3</sup> Die Reminder-Funktion ist für den Dozenten sowohl in der Vor- und Nachbereitung als auch in der Durchführung relevant und wird daher kontextspezifisch an beiden Stellen erläutert. Es ergeben sich daher 21 Informationen für das Performance Dashboard.

## 6.2 Faktoren der Durchführung

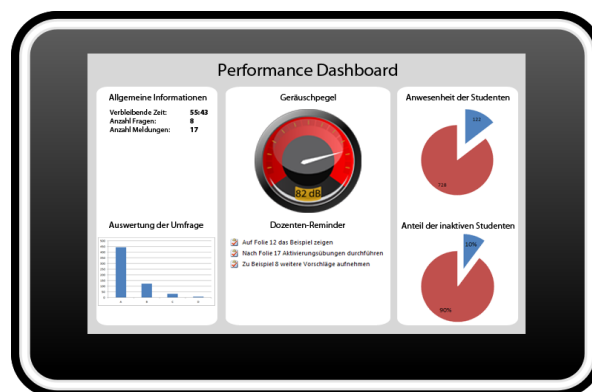
In dem Workshop konnten 13 Kennzahlen identifiziert werden, die für einen Dozenten während einer Vorlesung von Interesse sind. Dies beinhaltet folgende:

- a) *Zufriedenheit der Studenten*: Dem Dozenten soll parallel zu seinen Ausführungen (zu einer bestimmten Aufgaben oder Anekdote) ein Signal bezüglich "Gefällt mir" oder "Gefällt mir nicht" gegeben werden.
- b) *verbleibende Zeit für restliche Folien*: Der Dozent soll während einer Vorlesung erkennen wie viele Lernziele er noch bis zum Ende einer aktuellen Veranstaltung an die Studenten vermitteln muss.
- c) *Ergebnisanzeige bei Aktivierungsübungen*: Für den Dozenten soll es möglich sein in der Vorlesung Übungsaufgaben, i.d.R. Multiple-Choice-Fragen, zu schalten. Die Studenten können über ein mobiles Endgerät einzeln die Übungsaufgabe nachlesen und die ihrer Meinung nach richtige Lösung anklicken. Eine Übertragung der Ergebnisverteilung, bspw. über ein Balkendiagramm, an die Leinwand ist ebenso denkbar.
- d) *Möglichkeit der anonymen Fragestellung*: Um die Angst vor Beteiligung in Massenveranstaltungen zu minimieren, soll es den Studenten möglich gemacht werden, anonym und virtuell Fragen in der Vorlesung an den Dozenten zu übermitteln.
- e) *Notfallknopf*: Der sog. Notfallknopf soll Studierenden die Möglichkeiten geben, unverständliche Ausführungen des Dozenten für ihn sofort sichtbar zu gestalten.
- f) *Verständlichkeit der Ausführungen des Dozenten*: Den Studenten soll die Möglichkeit gegeben werden, aktuelle Erklärungen des Dozenten (bspw. nach einer Frage von einem Studenten) auf Verständlichkeit einzuschätzen.
- g) *Reminder-Funktion für den Dozenten*: Der Dozent kann sich in der Vorlesung an vorher definierte Aufgaben erinnern lassen.
- h) *Meldungen der Studenten*: Der Dozent soll dabei informiert werden, wie viele Meldungen es aktuell in der Vorlesung bereits gab.
- i) *Anteil der inaktiven Studenten*: Der Dozent soll mit Hilfe dieser Information einen Überblick erhalten, wie viele Studenten sich aktiv an der Vorlesung beteiligen.
- j) *zurückliegende Zeitdauer der aktivierenden Elemente*: Dieser Faktor im Performance Dashboard informiert den Dozenten, wie viel Zeit seit der letzten Aktivierungsübung (bspw. Übungsaufgabe, Frage des Dozenten) vergangen ist.
- k) *Studierende, die nicht vorlesungsrelevante Webseiten geöffnet haben*: Diese Information gibt dem Dozenten einen prozentualen Anteil der Studenten, die der Vorlesung nicht folgen.
- l) *Geräuschpegel*: Auf dem Performance Dashboard soll eine Applikation sichtbar sein, die den Geräuschpegel im Vorlesungssaal misst.
- m) *Anwesenheit der Studenten*: Ziel soll es sein, einen Überblick darüber zu erhalten, wie viele Studenten eine Vorlesung vorzeitig verlassen.

Die Kennzahlen unterrichten den Dozenten u.a. darüber, an welchen Stellen Unklarheiten bei den Studenten bestehen und wie häufig mit den zur Verfügung gestellten Dokumenten gearbeitet wird. Darüber hinaus erlauben einige Kennzahlen auf dem Performance Dashboard, die Interaktion zwischen Dozent und Studenten zu verbessern. Die entwickelten Kennzahlen helfen den Dozenten die Gestaltung seiner Lehre zu modifizieren und zu optimieren sowie das Lernverhalten seiner Studierenden besser einschätzen zu können.

## 7 Ausblick

Die im vorherigen Kapitel vorgestellten Kennzahlen stellen die Grundlage für die weitere Entwicklung des Performance Dashboards dar. Neben den entwickelten Kennzahlen konnten zwei wesentliche Einsatzfelder für das Performance Dashboard identifiziert werden, zum einen ist dies die Verwendung in der Vorlesung, zum anderen die Verwendung in der Vor- und Nachbereitung der Vorlesung. Die erste prototypische Entwicklung des Dashboards in einem der genannten Anwendungsfelder ist der nächste Schritt. Dabei ist die wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung und Gestaltung des Dashboards die Zusammenführung, Visualisierung und Positionierung der identifizierten Kennzahlen innerhalb eines begrenzten Platzes [9]. Konkret bedeutet dies die Überführung der Kennzahlen auf ein mobiles Endgerät, um dem Dozenten die unkomplizierte Ergänzung seiner Vorlesung zu ermöglichen. Aktuelle mobile Endgeräte bieten typischerweise eine Bildschirmauflösung von 1024x768 Pixeln. Auf diesem kleinen Platz lassen sich lediglich die wichtigsten Kennzahlen, so kondensiert wie möglich, anzeigen. Die Aussagekraft der Kennzahlen darf dabei nicht verloren gehen. In der vorliegenden Studie ist eine Konzentration auf die relevanten Informationen durch die priorisierte Liste und eine Konzentration auf die ersten 20 Kennzahlen sichergestellt. Der nächste Schritt im Entwicklungsprozess ist die Designphase, in der geeignete Visualisierungsformen für die einzelnen Kennzahlen ausgewählt und umgesetzt werden. Bild 2 zeigt eine erste Skizze des Prototyps mit einem Dashboard, wie es während einer Veranstaltung zum Einsatz kommen könnte.



**Bild 2:** Skizze des Performance Dashboard Prototyps

Der Prototyp soll in der universitären Lehre erprobt und anschließend umfassend evaluiert werden.

## 8 Literatur

- [1] Alonso, F., Manrique, D., & Viñes, J. M. (2009). A moderate constructivist e-learning instructional model evaluated on computer specialists. *Computers & Education* 53(1):57-65. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.compedu.2009.01.002.
- [2] Baumgärtner, M., & Bienzeisler, B. (2007). Dienstleistungsproduktivität - Konzeptionelle Grundlagen am Beispiel interaktiver Dienstleistungen. Stuttgart.
- [3] Berg, J. H. (2010). Constructing a clear path to accomplished teaching. *Theory Into Practice* 49:193-202. Retrieved from [http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?\\_nfpb=true&\\_ERICExtSearch\\_SearchValue\\_0=EJ892875&ERICExtSearch\\_SearchType\\_0=no&accno=EJ892875](http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ892875&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=EJ892875).
- [4] Bitzer, P., Wegener, R., & et al. (2010). Entwicklung eines Produktivitätsmodells zur Systematisierung von Lerndienstleistungen. Leipzig.
- [5] Boehm, B. W., Grunbacker, P., & Briggs, R. O. (2011). Developing Groupware for Requirements Negotiation - Lessons Learned. *IEEE Journal Software*, 18(3):46-55.
- [6] Collins, L. A., Hannon, P. D., & Smith, A. J. (2006). Applying a synergistic learning approach to entrepreneurship learning. Retrieved from <http://eprints.soton.ac.uk/37140/>.
- [7] Cunningham, B. M. (2008). Using Action Research to Improve Learning and the Classroom Learning Environment. *Issues in Accounting Education* 23(1):1-30.
- [8] Eckerson, W. (2011). Performance Dashboards. Measuring, Monitoring, And Managing your Business. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Few, S. (2006). Information dashboard design. The effective visual communication of data. 3. (C. Wheeler, Ed.) (p. 211). O'Reilly.
- [10] Filley, A. C., House, R. J., & Kerr, S. (1976). *Managerial process and organizational behavior*. Glenview, IL:: Scott Foresman.
- [11] Flasdick, J., & et al. (2008). Dokumentation E-Learning in KMU – Markt , Trends , Empfehlungen. *Elearning*, (575).
- [12] Francescato, D., Porcelli, R., Mebane, M., Cuddetta, M., Klobas, J., & Renzi, P. (2006). Evaluation of the efficacy of collaborative learning in face-to-face and computer-supported university contexts. *Computers in Human Behavior*, 22(2), 163-176. Elsevier. doi:10.1016/j.chb.2005.03.001.
- [13] Gomez, E. A., Wu, D., & Passerini, K. (2010). Computer-supported team-based learning: The impact of motivation, enjoyment and team contributions on learning outcomes. *Computers & Education* 55(1):378-390. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.compedu.2010.02.003.
- [14] Greenbaum, T. L. (1998). *The handbook for focus group research* (p. 262). SAGE. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=i7vfCt3mmnUC&pgis=1>.
- [15] Grohowski, R., McGoff, C., Vogel, D., Martz, B., & Nunamaker, J. (1990). Implementing electronic meetings at IBM: Lessons learned and success factors. *MIS Quarterly* 14(4), 369-383. University of Minnesota, MIS Research Center. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-3142731344&partnerID=40&md5=1a274acce2f4c5354d834045dda61b1>.



- [16] Hallinger, P. (2011). Assessing the instructional effectiveness of problem-based management education in Thailand: A longitudinal evaluation. *Management Learning* 42(3):279-299. Retrieved from <http://mlq.sagepub.com/cgi/content/abstract/1350507610388596v1>.
- [17] Hardless, C., Nilsson, M., & Nulden, U. (2005). "Copernicus" - Experiencing a failing project for reflection and learning. *Management Learning* 36(2):181-217. doi:10.1177/1350507605052557.
- [18] Hasemann, D. W., Nazareth, D. L., & Souren, P. (2005). Implementation of a group decision support system utilizing collective memory. *Information & Management* 42(4):591-605. doi:10.1016/j.im.2004.04.001.
- [19] Hevner, A. R., March, S. T., & et al. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [20] Johnson, R., Hornik, S., & Salas, E. (2008). An empirical examination of factors contributing to the creation of successful e-learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies* 66(5):356-369. doi:10.1016/j.ijhcs.2007.11.003.
- [21] Kolschoten, G. L., & De Vreede, G.-J. (2009). A Design Approach for Collaboration Processes: A Multimethod Design Science Study in Collaboration Engineering. *Journal of Management Information Systems* 26(1):225-256. M.E. Sharpe Inc. Retrieved from <http://mesharpe.metapress.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.2753/MIS0742-1222260109>
- [22] Pauwels, K., Ambler, T., Clark, B. H., LaPointe, P., David, R., Bernd, S., Wierenga, B., et al. (2009). Dashboards as a Service: Why, What, How, and What Research Is Needed? *Journal of Service Research*, 12(2), 175-189.
- [23] Pfeiffer, I. K. (2009). Auswirkungen von demographischen Entwicklungen auf die berufliche Ausbildung. System. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- [24] Sarkis, J., & Seol, I. (2010). Course Evaluation Validation Using Data Envelopment Analysis. *THE ACCOUNTING EDUCATORS' JOURNAL*, 20, 21-32. Retrieved from <http://ebookstime.com/course-evaluation-validation-using-data-envelopment-analysis.html>.
- [25] Serva, M. A., & Fuller, M. A. (2004). Aligning What We Do and What We Measure in Business Schools: Incorporating Active Learning and Effective Media Use in the Assessment of Instruction. *Journal of Management Education*, 28(1), 19-38. Retrieved from <http://jme.sagepub.com/content/28/1/19.full.pdf>.
- [26] Shaw, M. E. (1976). Group dynamics: The psychology of small group behavior. New York: McGraw-Hill.
- [27] Simon, H. A. (1981). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- [28] Singh, G. (2010). Online mentoring to induct junior researchers into scientific literacy practices. *Interactive Technology and Smart Education*, 7(1), 19-29. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=1741-5659&volume=7&issue=1&articleid=1853118&show=html>

- [29] Sitzmann, T., Ely, K., Brown, K. G., & Bauer, K. N. (2010). Self-Assessment of Knowledge: A Cognitive Learning or Affective Measure? *Management Learning*, 9(2), 169 -191. Academy of Management. Retrieved from <http://aom.metapress.com/index/H2187626482G2238.pdf>
- [30] Spath, D., Ganz, W., & Tombeil, A.-S. (2008). Recommendations for Action in the “Services” Field of Research and Development.
- [31] Vessey, I. (1991). Cognitive Fit: A Theory-Based Analysis of the Graphs Versus Tables Literature. *Decision Sciences*, 22(2), 219-240.
- [32] de Vreede, G., & Briggs, R. (2009). Collaboration engineering: foundations and opportunities: editorial to the special issue on the journal of the association of information systems. *Journal of the Association*, 10(March 2009), 121-137. Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1499&context=jais>.
- [33] Walls, J. G., Widmeyer, G. R., & et al. (1992). Building an Information System Design Theory for Vigilant EIS. *Information Systems Research*, 3, 36-59.
- [34] Ziguers, I., & Buckland, B. K. (1998). A Theory of Task/Technology Fit and Group Support Systems Effectiveness. *MIS Quarterly*, 22(3), 313-334. Management Information Systems Research Center, University of Minnesota. doi:10.2307/249668.

# **Determinanten der Lernerzufriedenheit IT-gestützter Lerndienstleistungen in Betrieb und Hochschule**

## **René Wegener**

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34127 Kassel,  
E-Mail: [wegener@uni-kassel.de](mailto:wegener@uni-kassel.de)

## **Nadine Krause**

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34127 Kassel,  
E-Mail: [krause@wi-kassel.de](mailto:krause@wi-kassel.de)

## **Philip Flohr**

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34127 Kassel,  
E-Mail: [philip.flohr@wi-kassel.de](mailto:philip.flohr@wi-kassel.de)

## **Jan Marco Leimeister**

Universität Kassel, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, 34127 Kassel,  
E-Mail: [leimeister@uni-kassel.de](mailto:leimeister@uni-kassel.de)

## **Abstract**

Ein Qualitätsaspekt betrieblicher IT-gestützter Lerndienstleistungen liegt in der Teilnehmerzufriedenheit. Deren Determinanten wurden vorwiegend im organisationskulturellen Kontext von Hochschulen evaluiert. Aufgrund der Besonderheiten betrieblichen Lernens, zum Beispiel der Integration in den Arbeitsalltag, ist die Übertragbarkeit nicht zwangsläufig gegeben. Daher wird in dieser Arbeit eine Studie zu den Einflussfaktoren auf die Nutzerzufriedenheit einer IT-gestützten Lerndienstleistung bei einem deutschen Technologiekonzern vorgestellt<sup>1</sup>. Das genutzte Modell von Sun et al. zeigt eine hohe Erklärungskraft der Gesamtvarianz der Nutzerzufriedenheit ( $R^2=74\%$ ). Im Vergleich zum universitären Feld ist jedoch unter anderem die Kursflexibilität deutlich wichtiger als die eigentliche Kursqualität. Aus den Unterschieden ergeben sich Designimplikationen für die hochschulische und betriebliche Weiterbildung.

---

<sup>1</sup> Diese Arbeit entstand teilweise im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts BlendedContENT unter Projekträgerschaft des DLR (FKZ: 01PF08022); weitere Informationen unter [www.blendedcontent.de](http://www.blendedcontent.de)

## 1 Einleitung

Lerndienstleister stehen vor der Herausforderung, die Lernenden in Bezug auf das jeweilige Aus- oder Weiterbildungsangebot zufriedenzustellen. Die Zufriedenheit der Lernenden hat wesentlichen Einfluss auf deren Bindung an den Dienstleister und damit dessen langfristigen Erfolg. Dies gilt ebenso für den Bereich IT-gestützter Lerndienstleistungen. eLearning Maßnahmen versprechen ein höheres Maß an Flexibilität durch zeit- und ortsunabhängiges Lernen. Die geringe Zufriedenheit der Lernenden aufgrund mangelnder Unterstützung im Lernprozess, technischer Probleme oder sozialer Isolation hat sich jedoch in der Vergangenheit, gerade im universitären Umfeld, immer wieder in hohen Abbrecherquoten geäußert [9]. Verbesserungsmaßnahmen müssen jedoch aufgrund der Kostenfrage sorgfältig abgewogen werden.

Um eine bessere Priorisierung zu ermöglichen, können unter anderem Erfolgsmodelle aus dem eLearning Bereich eingesetzt werden. Diese Modelle dienen dazu, den Einfluss einzelner Faktoren auf die Zufriedenheit der Lernenden zu ermitteln. So kann festgestellt werden, ob beispielsweise die Stabilität der eingesetzten Technik oder die Erreichbarkeit des Lehrenden in der Wahrnehmung der Lernenden wichtiger für deren Zufriedenheit sind.

Entsprechende Modelle wurden bislang jedoch vorwiegend im universitären Kontext entwickelt und getestet. Offen bleibt die Frage, inwiefern sie sich auf den betrieblichen Bereich übertragen lassen. Denn Betriebe weisen eine komplett andere Organisationskultur auf als Hochschulen und Universitäten, die sich unter anderem in unterschiedlichen Normen und Werten ausdrückt. Hinzu kommen praktische Unterschiede in den jeweiligen Lerndienstleistungen: Studierende sind zumindest zu weiten Teilen in erster Linie in Ausbildung befindlich, während Arbeitnehmer eine Weiterbildungsmaßnahme in ihren Arbeitsalltag integrieren müssen. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen ist davon auszugehen, dass sich letztlich auch die Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit der Lernenden deutlich unterscheiden.

Die vorliegende Arbeit untersucht diese Fragestellung, indem ein bestehendes Modell zur Erklärung der Nutzerzufriedenheit im eLearning [17] in einem deutschen Technologiekonzern evaluiert wird. Das resultierende Erklärungsmodell gibt einen Einblick in die Determinanten der Nutzerzufriedenheit und wird anschließend mit Studien aus dem hochschulischen Bereich verglichen. Somit werden folgende Forschungsfragen beantwortet:

1. Welche Erklärungskraft besitzt ein im Hochschulkontext getestetes Erfolgsmodell im betrieblichen Umfeld und was sind die Determinanten der Lernendenzufriedenheit IT-gestützter Lerndienstleistungen?
2. Welche Unterschiede in den Determinanten lassen sich zwischen betrieblichem und hochschulischem Umfeld ausmachen?

Nachfolgend werden Modelle zur Erklärung der Lernendenzufriedenheit im eLearning vorgestellt. Anschließend erfolgt eine Analyse universitärer und betrieblicher Organisationskulturen, welche möglicherweise Einfluss auf die Determinanten zur Nutzerzufriedenheit ausüben. Im Anschluss werden Hintergrund und Methodik der durchgeführten Studie und deren Ergebnisse erläutert. Diese werden daraufhin, insbesondere in Bezug zu bisherigen Ergebnissen aus dem hochschulischen Umfeld, diskutiert.

## 2 Lernerzufriedenheit und Organisationskulturen

### 2.1 Determinanten der Lernerzufriedenheit mit IT-gestützten Lerndienstleistungen

Im Rahmen mehrerer Studien wurden unterschiedliche Modelle zur Bestimmung der Determinanten der Lernerzufriedenheit im Bereich IT-gestützter Lerndienstleistungen entwickelt (vgl. gesprochen).

). Die Modelle unterscheiden sich zwar in mehreren der identifizierten Determinanten, weisen aber dennoch deutliche Übereinstimmungen auf. So ist festzustellen, dass nahezu alle Modelle Eigenschaften des Lernenden selbst (zum Beispiel dessen Einstellung zu Computern und eLearning) und des Lehrenden (zum Beispiel dessen Erreichbarkeit oder IT-Affinität) berücksichtigen. Auch den technologischen Rahmenbedingungen, beispielsweise in Form eines nutzerfreundlichen Interface, wird jeweils ein Einfluss auf die Zufriedenheit zugesprochen.

Autoren	Arten von Erfolgsfaktoren
Sun et al. (2008) [17]	Lernender, Lehrender, Kurs, Technologie, Design, Umgebung
Selim (2007) [14]	Lernender, Lehrender, Technologie, Support
Ozkan & Koseler (2009) [10]	Lernender, Lehrender, Technologie, Support, Inhalte, unterstützende Aspekte
Volery (2000) [18]	Lernender, Lehrender, Technologie
Soong et al. (2001) [1]	Menschliche Faktoren (Lernender, Lehrender), Technologie, Kollaboration
Shee & Wang (2008) [15]	Lerner Schnittstelle, Learning Community, Inhalt, Personalisierung

**Tabelle 1: Übersicht über verschiedene Erfolgsmodelle und deren Determinanten**

Die Ergebnisse der Studien sind nicht ohne Weiteres miteinander vergleichbar, deuten jedoch darauf hin, dass insbesondere die eigentliche Qualität des Kurses bzw. der Inhalte [10; 17], zum Beispiel Aktualität und Multimedialität, sowie das softwaretechnische Design [10; 15; 17], also beispielsweise die Anwenderfreundlichkeit der Nutzerschnittstelle, bedeutend für die Zufriedenheit der Lernenden sind. Da die zugrunde liegenden Untersuchungen im Hochschulbereich stattfanden, gilt diese Schlussfolgerung jedoch zunächst nur hier. Studierende scheinen also in erster Linie zu erwarten, dass in eLearning Kursen hochwertige und interessante Inhalte angeboten und ansprechend präsentiert werden. Die Bedienung der Lernanwendungen sollte nutzerfreundlich gehalten und leicht verständlich sein. Grundlegende technische Aspekte wie die Stabilität des Internets oder Browsers, oder auch Aspekte der Interaktion mit anderen Lernenden oder dem Lehrenden, sind ebenfalls von Bedeutung, jedoch in geringerem Maße.

Um nun die Determinanten auf die Lernerzufriedenheit im betrieblichen Umfeld mit den oben genannten Ausführungen zu vergleichen, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Untersuchung einer IT-gestützten Lerndienstleistung auf Basis eines Web Based Trainings durchgeführt. Hierzu wurde das Modell nach Sun et al. [17] ausgewählt, da dieses im Vergleich zu den anderen Erfolgsmodellen mehr Dimensionen abbildet und damit als sehr detailliert anzusehen ist. Zudem weist es in der zugehörigen Studie eine sehr hohe Erklärungskraft auf ( $R^2 = 67\%$ ). Das Modell unterscheidet zwischen sechs Dimensionen, die zusammen 13 Faktoren beinhalten (vgl. Tabelle 2).

Dimension	Faktor	Erklärung
Lernender	Einstellung zu Computern	Eindruck gegenüber eLearning Aktivitäten
	Angst vor Computern	Gefühlter Druck bei Arbeit mit Computern
	Internetkenntnisse	Fähigkeit zur Durchführung von eLearning Aktivitäten
Lehrender	Antwortgeschwindigkeit	Geschwindigkeit bei Beantwortung von Anfragen
	Einstellung zu eLearning	Wahrnehmung der Einstellung des Lehrenden zum eLearning in den Augen der Lernenden
Kurs	Kursflexibilität	Wahrgenommene Effizienz und Effektivität des eLearning im Hinblick auf Zeit- und Ortsunabhängigkeit
	Kursqualität	Wahrgenommene Qualität im Hinblick auf Medieneinsatz, Strukturierung des Lernprozesses etc.
Technologie	Technologiequalität	Qualität der eingesetzten IT-Werkzeuge (Hard- und Software)
	Internetqualität	Qualität der Internetverbindung
Design	Nützlichkeit	Wahrgenommener Mehrwert des eLearning gegenüber herkömmlicher Lehre
	Anwenderfreundlichkeit	Wahrgenommener Aufwand für die Nutzung der eLearning Angebote
Umgebung	Variantenvielfalt bei Tests	Vielfalt eingesetzter Bewertungsmethoden und -werkzeuge
	Interaktion mit anderen	Interaktion mit Lehrenden, Lernenden und Materialien

**Tabelle 2: Erfolgsfaktoren für die Lernendenzufriedenheit nach Sun et al.**

In der Studie von Sun et al. zeigte sich unter anderem eine hohe Bedeutung von Kursqualität und Designdimension. Für die vorliegende Studie wurde das Modell dahingehend angepasst, dass der Faktor der Interaktion mit anderen entfernt wurde. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das in der Untersuchung eingesetzte WBT keine Interaktion mit anderen Lernenden zugelassen hat und dieser Faktor damit einen wesentlichen Teil seiner Aussagekraft eingebüßt hat. Vor dem Hintergrund der genannten Modelle wird nun dargestellt, inwiefern sich aus den unterschiedlichen organisationskulturellen Kontexten von Hochschule und Betrieb auch Unterschiede im Hinblick auf IT-gestützte Lerndienstleistungen ergeben.

## 2.2 Organisationskultureller Kontext von Hochschule und Betrieb

Der Kulturbegriff wird in der Literatur unterschiedlich verwendet. So identifiziert Herbig 1998 450 verschiedene Kulturdefinitionen [4]. Ein einheitliches Merkmal vieler Definitionen stellt jedoch die Gesamtheit geteilter Werte und Normen dar [16]. Dieses Begriffsverständnis soll auch dieser Forschungsarbeit zugrunde gelegt werden.

Die Kulturforschung beschäftigt sich mit Unterschieden und Gemeinsamkeiten von Menschen unterschiedlicher kultureller Hintergründe. Die Zielsetzung des Forschungszweigs besteht darin, Einflüsse von Kultur auf gesellschaftliche, politische oder unternehmensspezifische Aktionsräume zu begreifen. Dabei konnten sich drei Betrachtungsebenen etablieren: die nationale, die organisationale und die gruppenbezogene Ebene. Einer der bekanntesten Beiträge im Bereich nationaler Kulturen ist der von Geert Hofstede, der in seiner groß angelegten empirischen Studie über 53 Länder fünf Kulturdimensionen ausfindig machen konnte, anhand derer sich Kulturunterschiede messen und vergleichen lassen [5]. Auf organisationaler Ebene ist das Bezugsobjekt häufig ein oder mehrere Unternehmen. Dieser Teilbereich versucht das Verhalten von Organisationsmitgliedern und das organisationale Verhalten in unterschiedlichen kulturellen

Kontexten zu beschreiben, zu analysieren und zu vergleichen. In vielen Studien, wie beispielsweise von Schein [13] oder Sackmann [12], wird die unterschiedliche Verankerung von Werten und Normen im Unternehmenskontext betrachtet. Gruppenkulturelle Ansätze wiederum nehmen insbesondere Bezug auf Modelle der sozialen Identität und beschäftigen sich hauptsächlich mit Fragen zu Konsequenzen von Gruppezugehörigkeiten.

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf organisationskulturellen Einflussfaktoren. Ein zentrales Konzept stellen der Erklärungsansatz nach Schein [13] und das von ihm entwickelte Drei-Ebenen-Modell dar. Die oberste Ebene bilden die sichtbaren Artefakte, die unter anderem durch Sprache und Kleidung zum Ausdruck kommt. Darunter befindet sich die Ebene der Werte. Diese sind per se nicht sichtbar, können aber durch getroffene Entscheidungen oder gezeigte Verhaltensweisen auf eine sichtbare Ebene übergehen und bilden damit einen Orientierungsrahmen für alle anderen Organisationsmitglieder. Werden Verhaltensweisen gemäß vertretener Werteinstellung häufig und dauerhaft gezeigt, können sich Werte nach Schein zu Grundannahmen weiterentwickeln. Diese finden sich auf der untersten Ebene des Modells wieder und sind als etablierte Werte im Unternehmen verankert.

(Weiter-)Bildung im Betrieb geht im Vergleich zu Bildungsprozessen in Hochschulen nicht zwangsläufig nur mit einer Qualifizierung des Einzelnen einher, sondern hat oftmals auch die Zielsetzung den gesamten Betrieb weiterzuentwickeln. Die berufliche (Weiter-)Bildung dient neben dem Erwerb spezifischer Fach- und Methodenkompetenz auch der Entwicklung einer beruflichen Handlungskompetenz. Eine Hochschul(aus-)bildung verfolgt dagegen vorrangig die Zielsetzung Fachkompetenzen aufzubauen und den Grundstein für eine qualifizierte Berufsbeschäftigung zu legen. Das Lernen in der Hochschule wird häufig mit Attributen versehen wie übergreifend, abstrakt, selbstgesteuert, motiviert, kooperativ, theoretisch-konzeptionell. Im beruflichen Kontext sind Lernprozesse oftmals aufgrund betrieblicher Notwendigkeiten erzwungen und damit fremdgesteuert, eher praxisorientiert, arbeitsplatzbezogen und individuell ausgerichtet [7]. Zusammengefasst sind für den Lernenden demnach andere Motive einen Kurs zu besuchen relevant, als für den Studenten an einer Hochschule. Es ist davon auszugehen, dass durch die unterschiedliche Motivlage Lernprozesse im Betrieb eine andere Lernkultur nach sich ziehen. Mit dieser Schlussfolgerung geht die Vermutung einher, dass auch die Anforderungen an IT-gestützte Lerndienstleistungen zwischen den beiden betrachteten Zielgruppen differieren [11].

Der Einfluss von Kultur auf Lern- und Informationssysteme wird erst seit den 1970er Jahren untersucht [3; 8]. Einen ersten Hinweis für einen möglichen Einfluss sozio-kultureller Rahmenbedingungen auf die Akzeptanz von IT-Systemen liefern die Untersuchungen von Ishii [6] und Choi et al. [2], die aufzeigen konnten, dass sich die Gestaltungspräferenzen von Webseiten zwischen Asien und der westlichen Welt unterscheiden. Die Mehrheit der Beiträge konzentriert sich jedoch fast ausschließlich auf die Gestaltung vor- und nachgelagerter Entwicklungs- und Implementierungsprozesses einer IT-gestützten Lerndienstleistung, der Nutzungspräferenzen und der technischen Gegebenheiten im jeweiligen Land bzw. Kulturkreis. Der didaktischen und informationstechnischen Gestaltung des eigentlichen Lerninhaltes wurde bis dato noch nicht Rechnung getragen, wenngleich sich hier die zentralen Erfolgsfaktoren von eLearning finden lassen. Zudem fokussieren sich vorhandene Untersuchungen vor allem auf die nationale Kulturforschung, organisationskulturelle Ansätze werden nicht verfolgt.

### 3 Fallbeispiel und Methodik

Betrachtet wird eine IT-gestützte Weiterbildung zum Thema Compliance mittels Web Based Training in einem großen deutschen Technologieunternehmen. Auf Basis des Modells nach Sun et al. [17] wurde eine Online-Befragung mittels der Open Source Software LimeSurvey<sup>2</sup> durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit SPSS ausgewertet. Analyse und Signifikanztests zur Validierung des Modells wurden mit Hilfe der Software SmartPLS (<http://www.smartpls.de>), durchgeführt. Veröffentlicht wurde die Umfrage im firmeninternen Intranet. Sie war 10 Werkzeuge lang geschaltet und konnte von jedem Mitarbeiter freiwillig durchgeführt werden. Der Gesamtrücklauf lag bei 361 Teilnehmern. Von diesen hatten 34,35% (124 Personen) das WBT zum Thema Compliance durchgeführt. Ein Ausschluss nicht komplett ausgefüllter Fragebögen führte schließlich zu einer Stichprobengröße von  $n = 84$ . Es zeigt sich, dass im vorliegenden Beitrag überdimensional viele männliche Personen (64,3%) teilgenommen haben, die relativ jung waren. 54,8% der Teilnehmer waren unter 30 Jahren alt, 25% zwischen 30 und 40 Jahren und 20,3% über 40 Jahre.

### 4 Ergebnisse

In die Überprüfung des Modells gingen insgesamt 7 Dimensionen und 13 Faktoren ein. Die interne Konsistenz des Modells kann anhand des Cronbachs-Alpha Wertes von durchschnittlich über 0,8 als gut gelten. Lediglich die Internetqualität ist mit einem Cronbachs-Alpha Wert von 0,63 als fragwürdig zu beurteilen (vgl. Tabelle 3).

Variablen	Einfluss STDEV		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(1) Zufriedenheit		(,87)													
(2) Einstellung zu Computern	,16	,17	,40	(,74)											
(3) Ängste mit Computern	,11	,09	-,27	-,6	(,83)										
(4) Internetkenntnisse	,03	,02	,13	,07	-,06	(,98)									
(5) Feedbackzeit	,01	,27	,22	,15	-,02	,08	(1,0)								
(6) Einst. Trainer zu WBT	-	-	,34	,27	-,09	,11	,28	(1,0)							
(7) Kursflexibilität	,31	,29	,78	,32	-,32	,14	,23	,32	(,91)						
(8) Kursqualität	,13	,13	,65	,19	-,19	,03	,13	,24	,64	(,71)					
(9) Technologiequalität	-,02	-,04	,52	,53	-,36	,42	,26	0,3	,47	,37	(,88)				
(10) Internetqualität	,08	,08	,44	,42	-,29	,46	,22	,31	,38	,28	,63	(,63)			
(11) Nützlichkeit	,25	,25	,76	,38	-,38	,11	,17	,33	,82	,57	,51	,41	(,87)		
(12) Anwenderfreundlichkeit	,14	,15	,58	,48	-,38	,01	,17	,19	,52	,48	,58	,43	,55	(,84)	
(13) Testvielfalt	,18	,18	,45	-,04	,00	-,01	,08	,26	0,40	,46	,15	,05	,32	,14	(1,0)

**Tabelle 3: Korrelationsmatrix (Cronbachs-Alpha Wert jeweils in Klammern)**

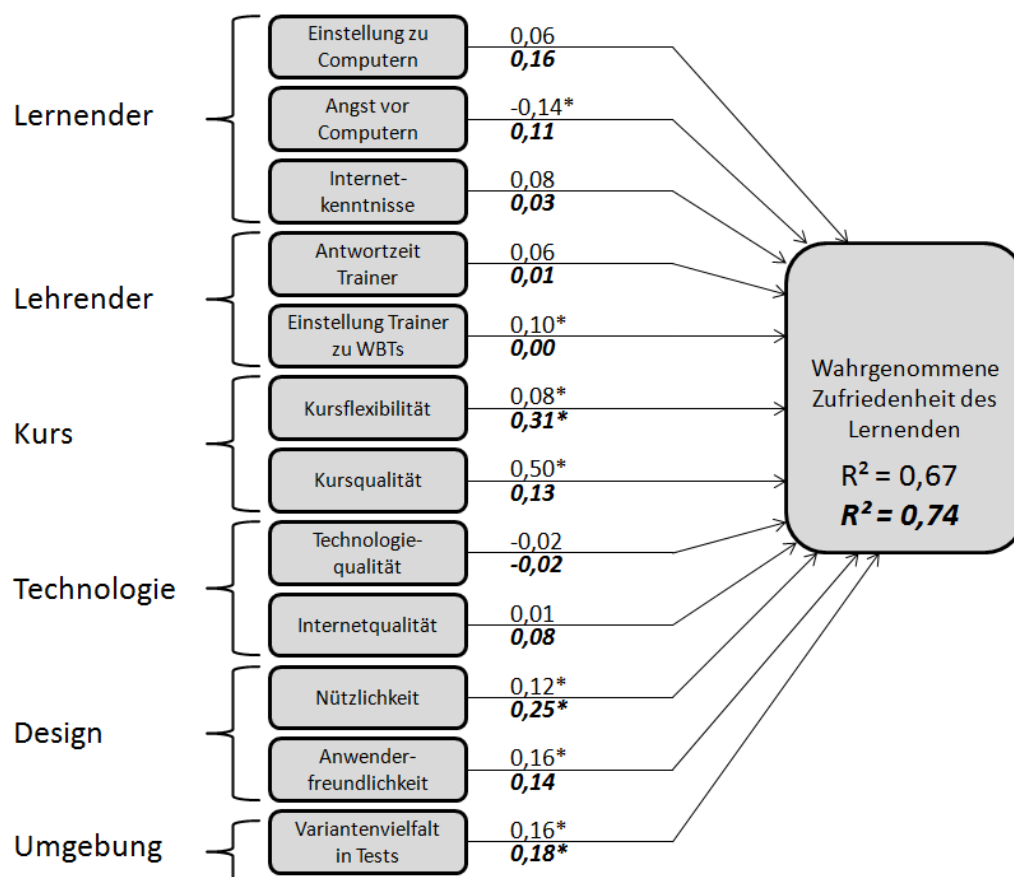
<sup>2</sup> <http://www.limesurvey.org>, 21.03.2011



Zur explorativen Analyse des getesteten Modells wurde eine PLS (Partial Least Squares) Pfadanalyse gerechnet. Das Gesamtmodell kann 74 % der Varianz aufklären ( $R^2=0,74$ ) und hat damit eine vergleichbar hohe Erklärungskraft wie das Modell von Sun et al. mit einem  $R^2$ -Wert von 0,67. Dadurch zeigt sich, dass die betrachteten Faktoren und Dimensionen auch im beruflichen Kontext als Zufriedenheitsmarker für IT-gestützte Lerndienstleistungen gelten. Unterschiede ergeben sich jedoch bei Betrachtung der Gewichtung der einzelnen Faktoren (vgl. Bild 1). Diese werden nun im Detail dargestellt.

#### 4.1 Lerner Dimension

Zur Lerner Dimension gehören insbesondere Vorbehalte in Bezug auf die Nutzung eines Computers und die Internetkenntnisse des Lerner. Sun et al. konnten wie auch die vorliegende Untersuchung keinen Zusammenhang zwischen der generellen Einstellung eines Lerner zu Computern und der Zufriedenheit mit einer E-Learning Maßnahme feststellen. Sun et al. konnten jedoch herausfinden, dass sich Ängste signifikant negativ auf die Zufriedenheit der Lernenden mit dem WBT auswirken. Aus der vorliegenden Untersuchung lassen sich diesbezüglich keine signifikanten Ergebnisse ableiten. Lediglich die Richtung des Effekts unterscheidet sich überraschend zu den Analyseergebnissen von Sun et al.



**Bild 1:** Vergleich der Pfadkoeffizienten (Werte der vorliegenden Studie fett/kursiv, darüber jeweils Werte von Sun et al.), mit \* markierte Werte sind signifikant mit  $p < 0,05$

## 4.2 Ausbilder Dimension

Diese Dimension weist in der vorliegenden Untersuchung keinen Einfluss auf die Zufriedenheit auf. Sun et al. konnten hingegen einen signifikanten Einfluss der Einstellung des Trainers finden. Ein Augenmerk kann auf den Pfadkoeffizienten des Erfolgsfaktors „Einstellung des Trainers zum WBT“ gelenkt werden. Im beruflichen Umfeld scheint dieser Faktor in der Tendenz weniger wichtig zu sein als im Hochschulkontext.

## 4.3 Kurs Dimension

Bei der Kursflexibilität wird unterstellt, dass die zeitliche und örtliche Ungebundenheit eines Teilnehmers eine positive Einstellung unterstützen kann. Die Koeffizienten beider Untersuchungen zeigen, dass die Kursflexibilität einen signifikanten Einfluss auf die Zufriedenheit hat. Die Kursqualität kann lediglich in der Untersuchung von Sun et al. als signifikante Einflussgröße nachgewiesen werden. Hervorzuheben ist, dass sich die Pfadkoeffizienten dieser beiden Erfolgsfaktoren im Vergleich der Untersuchungen zueinander jedoch deutlich unterscheiden. Flexibilität scheint im beruflichen Kontext weitaus bedeutender zu sein als Qualität.

## 4.4 Technologie Dimension

Analog zu Sun et al. lässt sich kein signifikanter Effekt finden. Dies ist möglicherweise auf die mittlerweile hohe Qualität von grundlegenden Technologien wie Internet und Browsern zurückzuführen. Dadurch ist die Qualität von Technik und Internet möglicherweise eher als Hygienefaktor zu betrachten, der sich nur im Falle einer sehr geringen Qualität auswirkt.

## 4.5 Design Dimension

Das Design besteht nicht nur aus der grafischen Aufbereitung des WBTs, sondern schließt insbesondere die gefühlte Benutzerfreundlichkeit und die vermittelte Nützlichkeit bzw. den Mehrwert für den Lerner im Gesamten ein. Nach der Untersuchung von Sun et al. sind sowohl Nutzerfreundlichkeit als auch Nützlichkeit signifikante Einflussgrößen. In der vorliegenden Untersuchung weist lediglich die Nützlichkeit einen signifikanten Effekt auf. Herauszuheben ist der deutlich höhere Pfadkoeffizient der Nützlichkeit des vorliegenden Modells im Vergleich zur Untersuchung von Sun et al.

## 4.6 Umgebungsdimension

Die Abwechslungsvielfalt in Tests weist in der vorliegenden Untersuchung einen Pfadkoeffizienten von 0,18 auf und erweist sich analog zu Sun et al. als signifikant.

# 5 Diskussion

Insgesamt konnte das Modell von Sun et al. im Rahmen dieser Untersuchung repliziert werden. Mit einem R-squared von 0,74 haben sich die untersuchten Dimensionen und Faktoren als bedeutende Einflussgrößen auf die Zufriedenheit der Lernenden mit IT-gestützten Lerndienstleistungen bestätigt. Dennoch unterscheiden sich die Pfadkoeffizienten im Vergleich zur Untersuchung von Sun et al. zum Teil erheblich, was sich unter anderem auf Basis der organisationskulturellen Wirkungszusammenhänge begründen lässt. Diese Überlegungen sollen im Folgenden noch einmal je Dimension näher diskutiert werden.

### 5.1 Lerner Dimension

Die Pfadkoeffizienten zum Faktor „Einstellung zu Computer“ zeigen im Vergleich, dass die generelle Einstellung des Lernalers zum Computer im beruflichen Kontext tendenziell wichtiger zu sein scheint, als im Hochschulumfeld. Je eher Lernende davon ausgehen, dass der Computer zu einem produktiveren Arbeiten beiträgt, desto eher sind sie auch zufrieden mit WBTs. Der deutliche Unterschied zum Hochschulkontext kann sich darüber begründen, dass der Computer in der heutigen Zeit originärer Bestandteil eines Arbeitsplatzes ist. In vielen Hochschulen findet die Kommunikation zwischen Dozent und Studenten zwar zunehmend mehr über den Computer statt, der Einsatz ist jedoch noch nicht zwingend erforderlich. Viele Studenten sind zudem wahrscheinlich auch der Meinung, dass nicht nur über den Computer, sondern auch über Präsenzaustauschrunden ein produktives Arbeiten und Erarbeiten möglich ist.

Der Faktor Ängstlichkeit weist im beruflichen Kontext überraschenderweise einen positiven Effekt auf, was bedeutet, dass mit zunehmender Nervosität bei der Arbeit am Computer die Zufriedenheit mit IT-gestützten Lerndienstleistungen steigt. Vielleicht liefert dieses Ergebnis einen Hinweis darauf, dass Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die tagtäglich mit dem Computer arbeiten müssen, und von der Arbeit mit dem Computer frustriert sind aufgrund des anderen Einsatzes des Computers – nämlich als unterstützende Lerndienstleistung – so positiv überrascht sind, dass sich dies in Zufriedenheit ausdrückt.

### 5.2 Lehrender Dimension

In der Tendenz scheint der Faktor „Einstellung des Trainers zum WBT“ weniger wichtiger im beruflichen Kontext zu sein. Hier liegt die Vermutung nahe, dass die Synergien, die durch die Implementierung von IT in betriebliche Weiterbildungsprozesse gehoben werden können, noch nicht in den Köpfen der Mitarbeiter angekommen sind. Im Hochschulkontext ist man sich inzwischen sehr wohl bewusst darüber, dass IT-gestützte Lerndienstleistungen beispielsweise dem Problem überfüllter Hörsäle entgegen wirken können.

### 5.3 Kurs Dimension

In der Untersuchung von Sun et al. stellt Kursqualität den bedeutendsten Faktor dar, in der vorliegenden Untersuchung dagegen Kursflexibilität. Ursachen sind in den unterschiedlichen Erwartungshaltungen innerhalb der beiden organisationskulturellen Kontexte zu suchen. In der Hochschule erwarten Studierende möglicherweise für die Auseinandersetzung mit einer Lernplattform und die Reduzierung des direkten Kontaktes mit Dozenten und Kommilitonen im Gegenzug eine Qualitätssteigerung des Lernprozesses durch eLearning im Vergleich zur herkömmlichen Lehre. Im beruflichen Umfeld sollen IT-gestützte Formen der Weiterbildung dagegen vor allem mehr Zeit für andere Arbeiten schaffen und die Möglichkeit, sich insgesamt im Arbeitsplan besser zu organisieren.

### 5.4 Design Dimension

Im Hochschulumfeld ist gemäß der Studie von Sun et al. sowohl die Nützlichkeit als auch die Anwenderfreundlichkeit wichtig. Die Nützlichkeit weist im betrieblichen Kontext jedoch einen höheren Pfadkoeffizienten auf. Die Ergebnisse lassen sich möglicherweise darauf zurückführen, dass Weiterbildung im beruflichen Kontext häufig auf unfreiwilliger Basis beruht und im Hochschulkontext selbstgesteuert und freiwillig ist. Ob eine Weiterbildung anwenderfreundlich ist,

könnte im beruflichen Kontext nicht besonders von Interesse sein, da sie in jedem Falle absolviert werden muss. Der Lernende hat hier keine Alternative, den häufig sehr spezifischen Lernstoff auf andere Art und Weise zu erhalten. Hier zählt nur, ob sich die Lernanwendung effizient in den Arbeitsprozess integrieren lässt. Zudem weisen Studierende im Schnitt das geringere Alter auf, sind damit ggf. IT-affiner und stellen damit auch höhere Anforderungen an die multimediale Gestaltung.

## 5.5 Umgebung Dimension

Das Vorhandensein von verschiedenen Lernfortschrittsüberprüfungen in Form von Selbsttest wird in beiden Umgebungen als wichtig empfunden. Sowohl im Umfeld der Hochschule als auch im Unternehmen geht es darum durch die Qualifizierungsmaßnahme Wissen und Kompetenz aufzubauen. Studenten haben ein Interesse daran ihren Wissensstand nach dem eLearning Kurs zu überprüfen, da sie dadurch auch einen Hinweis darauf erhalten, ob sie gut für eine Prüfung vorbereitet sind. Weiterbildung im beruflichen Kontext ist häufig bedarfsorientiert, das heißt Schulungen werden dann durchgeführt, wenn unmittelbare Notwendigkeit besteht, das Wissen vorzuhalten. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen von Unternehmen sollten nach dem Kurs in der Lage sein, das Wissen sofort im praktischen Arbeitsalltag einzusetzen. Durch eine Überprüfung des Wissenstandes innerhalb des Kurses weiß der Mitarbeiter oder die Mitarbeiterin unmittelbar, wo noch Lernbedarf besteht.

## 5.6 Implikationen für die Umsetzung IT-gestützter Lerndienstleistungen

Auf Basis der Diskussionen lassen sich konkrete Implikationen für das Design IT-gestützter Lerndienstleistungen für das hochschulische und betriebliche Umfeld geben (vgl. Tabelle 4).

Dimension	Praktische Implikation für beruflichen Kontext	Praktische Implikation für Hochschulkontext
Lernender	Für Computer als unterstützendes Medium in der Weiterbildung sensibilisieren, How To's und Support (nicht nur IT-gestützt, auch per Telefon oder persönlich) bereitstellen	
Lehrender	Einen Ansprechpartner/Tutor für inhaltliche Rückfragen bereit halten bzw.	Persönliche Fragesprechstunden und/oder synchrone Kommunikationswerkzeuge für leichten Kontakt zum Dozenten anbieten
Kurs	Vorteile der zeitlichen und örtlichen Flexibilität aufzeigen und sicherstellen (Zugang von zuhause, von unterwegs, vom Arbeitsplatz), Einteilung des Kurses in überschaubare und zwischendurch bearbeitbare Abschnitte	Sicherstellen eines Mindestmaßes an Flexibilität durch Unterstützung unterschiedlicher Plattformen und jederzeit abrufbare Lerneinheiten wie WBTs; Umsetzung von eLearning nur bei Sicherung einer hohen multimedialen Vielfalt und Qualität
Technologie	Hinweis auf technische Voraussetzungen und Browsereinstellungen, Sicherstellung eines Mindestmaßes an Stabilität und Support	
Design	Auf Spezifika des Arbeitsplatzes eingehen (zum Beispiel keine Audioausgaben, wenn nicht jeder Arbeitsplatz über Kopfhöreranschluss verfügt), Mehrwert des eLearning gegenüber traditioneller Lehre herausstellen und unterstützen (s. Flexibilität)	Einfache und nach Möglichkeit einheitliche Bedienoberfläche für alle Angebote anbieten, um Einstiegshürden zu minimieren, Mehrwert des eLearning bei der Gestaltung des eigenen Stundenplanes herausstellen und durch entsprechende Aufgabenstellung (zum Beispiel jederzeitiges Absolvieren von Übungen) ermöglichen
Umgebung	Vielfalt der eingesetzten Bewertungsmethoden sicherstellen (Multiple Choice, Drag and Drop, Selbsttests, Peer Assessments etc.)	

**Tabelle 4: Praktische Implikationen für Hochschule und Unternehmen**

## 6 Fazit, Einschränkungen und Ausblick

In dem vorliegenden Beitrag wurde ein Modell zur Erklärung der Lernerzufriedenheit mit einer IT-gestützten Lerndienstleistung [17] im betrieblichen Umfeld evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere der Flexibilität des Lernangebotes eine hohe Bedeutung zukommt. Wichtig sind zudem die Nützlichkeit, also der wahrgenommene Mehrwert des Trainings, dessen Anwenderfreundlichkeit und ein hoher Variantenreichtum bei den Lernerfolgskontrollen.

Die Ergebnisse weisen zu Studien im Hochschulumfeld, insbesondere Sun et al., mehrere Gemeinsamkeiten, aber auch wichtige Unterschiede auf. So rücken die Bedeutung des Lehrenden sowie grundlegende technische Aspekte in den Hintergrund. Während jedoch Studierende insbesondere der Kursqualität, den angebotenen Inhalten und der multimedialen Aufbereitung eine hohe Bedeutung zuweisen, rückt im betrieblichen Kontext die Flexibilität des Angebotes in den Vordergrund, also beispielsweise die Möglichkeit, ein Web Based Training von zuhause, unterwegs oder dem Arbeitsplatz zu bearbeiten.

Während in der vorliegenden Studie Unterschiede in den Ergebnissen vor allem vor dem Hintergrund unterschiedlicher Organisationskulturen betrachtet wurden, ist jedoch von zusätzlichen Einflussfaktoren auszugehen, so zum Beispiel den nationalen kulturellen Unterschieden oder auch den medialen und didaktischen Unterschieden innerhalb der jeweils untersuchten Lerndienstleistungen. Eine bessere Vergleichbarkeit wäre folglich gegeben, wenn ein- und dieselbe Lerndienstleistung sowohl innerhalb eines betrieblichen wie hochschulischen Kontextes getestet würde. Der Einfluss externer Faktoren ist jedoch beim Einsatz im realen Feld generell schwer festzustellen. Interessant wäre jedoch vor dem Hintergrund der obigen Diskussionen, das Web Based Training anhand der Designimplikationen anzupassen und im Hinblick auf die Lernerzufriedenheit erneut zu evaluieren. Trotz der genannten Einschränkungen liefert dieser Beitrag konkrete Implikationen für die Entwicklung IT-gestützter Lerndienstleistungen im betrieblichen Umfeld.

## 7 Literatur

- [1] Benson Soong, M.H.; Chuan Chan, H.; Chai Chua, B.; Fong Loh, K. (2001): Critical success factors for on-line course resources. *Computers & Education*, 36(2), 101-120.
- [2] Choi, B.; Lee, I.; Kim, J.; Jeon, Y. (2005): *A qualitative cross-national study of cultural influences on mobile data service design*.
- [3] Gallivan, M.; Srite, M. (2005): Information technology and culture: identifying fragmentary and holistic perspectives of culture. *Information and Organization*, 15(4), 295-338.
- [4] Herbig, P.A. (1998): *Handbook of cross-cultural marketing*: Routledge.
- [5] Hofstede, G.H. (2003): *Culture's consequences: Comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations*: Sage publications.
- [6] Ishii, K. (2004): Internet use via mobile phone in Japan. *Telecommunications Policy*, 28(1), 43-58.
- [7] Kraft, S. (2000): Lernen im Betrieb: selbstgesteuert, kooperativ, motiviert? Kritische Anmerkungen zur Idealisierung betrieblicher Weiterbildung. *Kompodium Weiterbildung. Aspekte und Perspektiven betrieblicher Personal-und Organisationsentwicklung*, 131-142.
- [8] Leidner, D.E.; Kayworth, T. (2006): A review of culture in information systems research: Toward a theory of information technology culture conflict. *Management information systems quarterly*, 30(2), 9.
- [9] Ojstersek, N. (2007): *Betreuungskonzepte beim blended Learning*: Waxmann Verlag.
- [10] Ozkan, S.; Koseler, R. (2009): Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation. *Computers & Education*, 53(4), 1285-1296.
- [11] Rohs, M. (2002): Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung in der IT-Branche: ein Gesamtkonzept zur Verbindung formeller und informeller Lernprozesse. *Arbeitsprozessintegriertes Lernen. Neue Ansätze für die berufliche Bildung*, 75-94.
- [12] Sackmann, S.A. (1992): Culture and subcultures: An analysis of organizational knowledge. *Administrative science quarterly*, 140-161.
- [13] Schein, E.H. (2010): *Organizational culture and leadership* (Bd. 2): Jossey-Bass.
- [14] Selim, H.M. (2007): Critical success factors for e-learning acceptance: Confirmatory factor models. *Computers & Education*, 49(2), 396-413.
- [15] Shee, D.Y.; Wang, Y.-S. (2008): Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications. *Computers & Education*, 50(3), 894-905.
- [16] Straub, D.; Loch, K.; Evaristo, R.; Karahanna, E.; Srite, M. (2002): Toward a theory-based measurement of culture. *Human factors in information systems*, 61-82.
- [17] Sun, P.-C.; Tsai, R.J.; Finger, G.; Chen, Y.-Y.; Yeh, D. (2008): What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), 1183-1202.
- [18] Volery, T.; Lord, D. (2000): Critical success factors in online education. *International Journal of Educational Management*, 14(5), 216-223.

# **Betriebliche Anwendungssysteme im Studium und der Lehre**





# **ERP-System-Einsatz in der Lehre: Ergebnisse einer Umfrage an deutschen Universitäten und Fachhochschulen**

**Christian Leyh**

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insb. Informationssysteme in Industrie und Handel, 01062 Dresden,  
E-Mail: christian.leyh@tu-dresden.de

## **Abstract**

Aufgrund der wachsenden Bedeutung von ERP-Systemen und ihres Wertes für die Hochschullehre nutzen viele Hochschulen ERP-Systeme in ihren Kursen. Das Ziel dieser Kurse besteht in der Vermittlung von ERP-Kenntnissen und von verschiedenen ERP-bezogenen Konzepten und Prozessen. Zur Unterstützung derartiger Kurse stellen einige Hersteller ihre Systeme für die Hochschullehre zur Verfügung. Jedoch gibt es kaum empirische Studien zur Verwendung von ERP-Systemen in Hochschulkursen. Daher wurde ein Fragebogen entwickelt, um den Lehrein-satz von ERP-Systemen an deutschsprachigen Universitäten und Fachhochschulen zu erheben. Dies hat gezeigt, dass mehr als zwei Drittel der Universitäten und nahezu alle Fachhochschulen ERP-Systeme praktisch in ihren Kursen nutzen. Dabei sind SAP-Systeme die am häufigsten eingesetzten Systeme.

## **1 Motivation**

Standardisierte Enterprise Resource Planning (ERP) – Systeme sind heutzutage in einem Großteil der Unternehmen im Einsatz. Zum Beispiel setzen über 92% aller deutschen Industrieunternehmen ERP-Systeme ein [11]. Es existieren viele unterschiedliche ERP-Systeme basierend auf verschiedensten Technologien und Philosophien, so dass der Markt vor allem im Bereich der klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU) sehr stark fragmentiert ist [27]. Gerade diese Unternehmen haben jedoch, was ERP-Einführungen angeht, einen erheblichen Nachholbedarf [14], [15], so dass hier in den nächsten Jahren mit einer verstärkten Nachfrage zu rechnen ist. Die Vielzahl von Herstellern und Systemen erschwert es diesen Anwender-Unternehmen, die „richtige“ Software und für das von ihnen ausgewählte System entsprechende Fachkräfte zu finden. Auch für zukünftige Investitionsentscheidungen bezüglich des Einsatzes, des Upgrades oder der Umstellung von ERP-Systemen ist es wichtig, über entsprechendes Fachwissen und Kompetenzen im Unternehmen zu verfügen [29]. Dies ist essentiell, da Fehler im Bereich der Auswahl, der Einführung oder des Betriebes von ERP-Systemen finanzielle Nachteile nach sich ziehen, die bis zur Insolvenz der betroffenen Unternehmen führen können (siehe z. B. [3], [9]).

Hieraus ergibt sich unter anderem auch die Notwendigkeit für Hochschulen, ihren Studierenden und späteren Absolventen das geforderte und benötigte Fachwissen, insbesondere in informationssystembezogenen Studiengängen wie beispielsweise dem Studiengang Wirtschaftsinformatik, zu vermitteln [24]. Daher werden ERP-Systeme seit mittlerweile mehr als einem Jahrzehnt im Rahmen der Hochschullehre eingesetzt.

In Anbetracht der immer weiter steigenden Bedeutung und Wichtigkeit von ERP-Systemen und damit verbunden ihres pädagogischen Wertes nutzen viele Hochschulen ERP-Systeme in ihren Kursen oder beabsichtigen deren Verwendung [22], um beispielsweise verschiedene Konzepte und Prozesse auch praktisch zu lehren und demonstrieren zu können [17]. Um dies zu unterstützen, kooperieren einige ERP-Hersteller eng mit den Universitäten und stellen ihre Systeme und Ressourcen für die Hochschullehre zur Verfügung. Eines der Ziele von ERP-Systemen im Lehreinsatz ist dabei die Vorbereitung der Studierenden auf das spätere Berufsleben, indem sie zumindest einen Einblick in ERP-Systeme erhalten. Ein weiteres Ziel wird durch die ERP-Hersteller vorangetrieben – insbesondere mit der Bereitstellung ihrer Systeme für die Lehre. Die Studierenden sollen mit ihren Produkten so früh wie möglich in Kontakt kommen, da die späteren Absolventen damit arbeiten und gegebenenfalls Positionen im Unternehmen besetzen könnten, die einen Einfluss auf die bereits angedeuteten Investitionsentscheidungen haben. Um dies zu erfüllen, ist es notwendig, dass Hochschulen entsprechende Systeme, Prozesse und somit passende Kurse anbieten [6], [7], [28].

Möglichkeiten und vor allem der Bedarf, dieses Wissen durch den Einsatz von ERP-Systemen in der Lehre zu vermitteln, werden in der Literatur zahlreich diskutiert (siehe z. B. [2], [4], [7], [8], [13], [20], [23], [28]). Dabei wird deutlich, dass ERP-Systeme ein wichtiger Bestandteil der Curricula in wirtschaftsinformatiknahen Fächern sind bzw. sein sollten. Diese Systeme mit einzubeziehen ist jedoch keine triviale Aufgabe, wie Noguera und Watson in ihrer Studie hervorheben [18]. Hierfür gibt es keinen standardisierten Ansatz. Die Systemwahl und die Anzahl der Systeme sowie der Aufbau und die Anzahl der ERP-Kurse divergieren von Hochschule zu Hochschule [22]. Im Gegensatz dazu ist festzustellen, dass, obwohl sich der ERP-Markt sehr heterogen darstellt, die Vielfalt der an Hochschulen vertretenen Systeme und Hersteller recht gering ist. Es dominieren vor allem einige große Hersteller den Einsatz in der Lehre. Zu nennen ist hier insbesondere der Hersteller SAP, der durch den Aufbau seines University Alliances Programms in zahlreichen Hochschulen vertreten ist. Mit mehr als 400 Partnerhochschulen in diesem Programm ist SAP ERP damit das wohl am stärksten verbreitete System in der Lehre [8], [19]. Für die intensive Auseinandersetzung mit einem einzelnen System ist die Sinnhaftigkeit der Fokussierung auf marktführende Systeme unstrittig. Allerdings ist eine diversifiziertere Einbindung von ERP-Systemen vor allem aus dem Bereich der KMU ratsam. Vor allem das Argument, den Studierenden mehr als nur ein bis zwei große Systeme zu zeigen, um ihnen zumindest einen ansatzweisen Marktüberblick zu ermöglichen, unterstützt diese Forderung. Gleichzeitig würden damit zusätzlich die Unterschiede von KMUs im Vergleich zu Großunternehmen vermittelt, die sich in den entsprechenden Ausprägungen dieser Systeme widerspiegeln [27]. Weiterhin wird durch den Einsatz verschiedener ERP-Systeme in der Lehre eine Sensibilisierung der Studierenden für unterschiedliche funktionale Ansätze, Prozessunterstützungen sowie Oberflächenergonomie und Architekturkonzepte erreicht. Zudem bietet die Einbindung mehrerer Systeme in die Curricula den Studierenden die Möglichkeit, einzelne Systeme in der Tiefe kennenzulernen, zugleich aber auch einen Überblick in der Breite zu erhalten, um ein Gefühl für die Vielfalt der Ansätze und zugrundeliegenden Konzepte zu entwickeln [16].

ERP-Systeme und deren Konzepte können dabei auch ohne direkten Systembezug theoretisch erläutert werden. Jedoch werden die Lernerfahrung und das Verständnis durch den Einsatz von realen Systemen viel stärker gefördert [25]. Die Wahl der „richtigen“ Anzahl von ERP-Systemen für die Curricula ist allerdings schwierig, da zu viele Systeme wiederum zu Missverständnissen oder Unklarheiten bei den Studierenden führen können. Auch gibt es kaum empirische Belege über den Einsatz von ERP-Systemen in der Hochschullehre. Es existiert eine Studie von Bradford, Vijayaraman und Chandra aus dem Jahr 2003 [5], die jedoch als überaltert angesehen werden muss und sich auch lediglich auf US Business Schools bezieht. Und gerade in Anbetracht des sich immer schneller und stärker wandelnden ERP-Marktes werden aktuellere Studien zu diesem Thema erforderlich.

Aus dieser Motivation heraus befasst sich die vorliegende Studie mit der Situation in Deutschland bzw. deutschsprachigen Ländern und hat das Ziel festzustellen, wie diversifiziert sich der Einsatz von ERP-Systemen in deutschen Curricula darstellt. Dies führt zur folgenden Forschungsfrage: *Welche ERP-Systeme werden in der Lehre an deutschsprachigen Universitäten und Fachhochschulen eingesetzt und welche didaktischen (Lehr-)Methoden werden verwendet, um diese Systeme zu vermitteln?*

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wurde ein Fragebogen entwickelt, um den aktuellen Status des ERP-System-Einsatzes und deren Integration in die Curricula an deutschen Hochschulen zu erheben. Dieser Fragebogen umfasste u. a. Fragen über folgende Aspekte: Umfang des ERP-System-Einsatzes in Kursen, Gründe für oder gegen den Einsatz, didaktische Aspekte der verschiedenen ERP-Kurse sowie die Qualifikation und Erfahrung der jeweiligen Dozenten. Dabei wurden die Daten in zwei separaten Schritten erhoben. Im Sommer 2010 wurden alle Lehrstühle mit Bezug zur Wirtschaftsinformatik / Information Systems an deutschsprachigen Universitäten in Deutschland, Österreich und der Schweiz befragt. Und im darauffolgenden Jahr (Sommer 2011) wurden Professoren und Lehrbeauftragte mit Wirtschaftsinformatik-Bezug an deutschen Fachhochschulen befragt.

Ausgewählte Ergebnisse dieser Befragungen werden im Rahmen dieses Beitrages vorgestellt. Dazu ist der Beitrag wie folgt aufgebaut: Sich anschließend an die Motivation folgt eine kurze Beschreibung der Entwicklung des Fragebogens und der Auswahl der Stichprobe. Darauf folgt der Hauptteil des Beitrags, in dem ausgewählte Befragungsergebnisse der Universitäten und Fachhochschulen gegenübergestellt werden. Abschließend wird ein Fazit mit einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse gegeben.

## **2 Methode der Datenerhebung – Onlinefragebogen**

Die Datenerhebung wurde mittels eines standardisierten Fragebogens durchgeführt, welcher online verfügbar gemacht wurde. In einer vorangegangenen Studie (vgl. [14]) wurden dahingehend verschiedene Online-Umfragetools verglichen (Kriterien: Preis, Handhabung des Tools, Service und Supportmöglichkeiten). Auf dieser Basis und aufgrund bisheriger Erfahrungen mit diesem Tool (vgl. z.B. [14], [15]) wurde hier erneut das Tool der Seite „onlineumfragen.com“ verwendet.

Der Fragebogen wurde in zwei thematische Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt diente dabei der Erhebung von Daten zur Lehre von ERP-Themen im Allgemeinen, wobei der zweite Abschnitt sich mit dem praktischen Einsatz von ERP-Systemen in Kursen befasste. Abschließend wurden noch einige demographische Daten erhoben. Der vollständige Fragebogen ist in einem Arbeitsbericht [12] verfügbar.

Ein Pre-Test des Fragenbogendesigns und der Fragebogeninhalte wurde im Sommer 2010 mit verschiedenen Mitarbeitern eines deutschen Wirtschaftsinformatiklehrstuhls durchgeführt. Die Daten des Pre-Tests wurden anschließend in der finalen Datenerhebung nicht berücksichtigt. Auf Basis des Feedbacks und der Kommentare wurde der Fragebogen angepasst und den Lehrstühlen der deutschsprachigen Universitäten im Sommer 2010 zugänglich gemacht. Die Professoren der deutschen Fachhochschulen wurden anschließend im Sommer 2011 darum gebeten, an der Umfrage teilzunehmen.

Die Stichprobe für die Befragung der Universitäten bestand aus 222 deutschsprachigen Lehrstühlen in Deutschland, Österreich und der Schweiz mit Bezug zur Wirtschaftsinformatik verteilt auf 73 Universitäten. Diese Teilnehmer wurden dabei aus zwei Datenquellen abgeleitet: einer Datenbank, die alle Universitäten mit Fächern im Feld der Wirtschaftsinformatik auflistet [21] und, um diese Daten auf Vollständigkeit zu überprüfen, eine Liste mit allen deutschsprachigen Lehrstühlen mit Bezug zur Wirtschaftsinformatik [26].

Die Stichprobe für die Umfrage an den deutschen Fachhochschulen setzte sich aus 177 Professoren oder Lehrbeauftragten zusammen, die für ERP-Lehre oder verwandte Lehrgebiete zuständig waren. Diese verteilten sich auf insgesamt 72 Fachhochschulen. Die Probanden wurden durch zwei aufeinanderfolgende Schritte ausgewählt. Über den „Studienführer für Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen“ des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen [1] wurden alle deutschen Fachhochschulen identifiziert, welche den Studiengang Wirtschaftsinformatik anbieten. Anschließend wurden die Homepages der Fachhochschulen nach entsprechenden Ansprechpartnern für die ERP-Lehre und deren Adressdaten durchsucht.

### **3 Ausgewählte Ergebnisse der Befragung**

Da mit dieser Studie ein explorativer Ansatz mit Fokus auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der ERP-Lehre an deutschsprachigen Universitäten und Fachhochschulen verfolgt wurde, wurden für die Untersuchung keine Hypothesen aufgestellt. Daher wird die deskriptive Statistik als passend angesehen, um ausgewählte Ergebnisse zu diskutieren. Die vollständige Auswertung aller Ergebnisse ist in einem Arbeitsbericht [12] verfügbar.

Die beiden Fragebögen wurden jeweils vom 28. Juli 2010 bis 3. September 2010 sowie vom 21. Juli 2011 bis 1. September 2011 online gestellt. Der Link mit der Bitte um die Teilnahme an der Befragung wurde den 222 bzw. 177 Befragten direkt via E-Mail zugesandt. Zusätzlich wurden im Intervall von jeweils zwei Wochen zwei Erinnerungsmails versandt.

Die initialen Rücklaufquoten betrugen 46,4% bei den Universitäten und 55,4% bei den Fachhochschulen. Nach einer ersten Auswertung der Antworten mussten bei den Universitäten 11 Fragebögen und bei den Fachhochschulen 4 Fragebögen aufgrund von Unvollständigkeit oder Duplikaten ausgeschlossen werden. Damit belief sich die Rücklaufquote auswertbarer Fragebögen auf 41,4% bzw. 53,1% (vgl. Tabelle 1). Dies ergab eine Rücklaufquote bezogen auf Universitäten und Fachhochschulen von 68,5% (50 von 73 Universitäten) bzw. 75% (54 von 72 Fachhochschulen).

	Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten	Professoren an deutschen Fachhochschulen
Stichprobe	222	177
Rückläufe	103	98
<b>Rücklaufquote</b>	<b>46,4%</b>	<b>55,4%</b>
Verworfen Antworten	11	4
Auswertbare Antworten	92	94
<b>Rücklaufquote (auswertbar)</b>	<b>41,1%</b>	<b>53,1%</b>

Tabelle 1: Rücklaufquoten

### 3.1 ERP-Lehre im Allgemeinen

Unter den 92 bzw. 94 Befragungsteilnehmern lehren nahezu zwei Drittel bzw. 90% ERP-Themen im Allgemeinen. Dies zeigt, dass an fast allen teilnehmenden Hochschulen ERP-Themen Bestandteil der Curricula sind (vgl. Tabelle 2).

Auswertung bezogen auf	Teilnehmerzahl (n)	Teilnehmer, die ERP-Themen lehren	Prozentwert
Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten	92	59	64%
Deutschsprachige Universitäten	50	47	92%
Professoren an deutschen Fachhochschulen	94	84	89%
Deutsche Fachhochschulen	54	49	91%

Tabelle 2: ERP-Bezug in der Lehre (n=92 / n=94)

In den folgenden Analysen werden daher vorwiegend die Ergebnisse der Teilnehmer ausgewertet, bei denen ERP-Themen Bestandteil ihrer Lehre sind. Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Themenschwerpunkte, auf die in den Kursen eingegangen wird. Dabei ist zu erkennen, dass sowohl an Universitäten als auch an Fachhochschulen die „Integration und Integrationskonzepte“ von ERP-Systemen sowie deren „betriebswirtschaftliche Grundlagen“ sehr häufig gelehrt werden. Ein recht deutlicher Unterschied ist jedoch bei der „Nutzung und Verwendung“ erkennbar. Dieser Bereich ist für Fachhochschulen das am häufigsten genannte Themenfeld der ERP-Lehre, während dies an Universitäten nur einen mittleren Platz einnimmt.

	Betriebswirtschaftliche Grundlagen	Technische Grundlagen	Integration / Integrationskonzepte	Customizing / Implementierung eines Systems	Nutzung / Verwendung
(1) Bachelor	45	32	35	16	29
(2) Master	24	21	34	20	24
(3) Diplom	22	18	24	14	19
<b>Summe (1 bis 3)</b>	<b>91</b>	<b>71</b>	<b>93</b>	<b>50</b>	<b>72</b>
(4) Nicht behandelt	4	12	5	17	14

**Tabelle 3: ERP-Themen verteilt auf Studienprogramme an Universitäten**  
(Mehrfachantwort möglich, n=59)

	Betriebswirtschaftliche Grundlagen	Technische Grundlagen	Integration / Integrationskonzepte	Customizing / Implementierung eines Systems	Nutzung / Verwendung
(1) Bachelor	68	52	57	51	76
(2) Master	10	16	32	24	33
(3) Diplom	4	2	3	3	4
<b>Summe (1 bis 3)</b>	<b>82</b>	<b>70</b>	<b>92</b>	<b>78</b>	<b>113</b>
(4) Nicht behandelt	5	8	7	10	1

**Tabelle 4: ERP-Themen verteilt auf Studienprogramme an Fachhochschulen**  
(Mehrfachantwort möglich, n=84)

Des Weiteren ergab die Befragung eine Vielzahl von Lehrmethoden, die genutzt werden, um Studierenden ERP-Wissen und –Fähigkeiten zu vermitteln (vgl. Tabelle 5). Die Frage nach den verwendeten Lehrmethoden wurde dabei sowohl von den Teilnehmern der Universitäten als auch der Fachhochschulen am häufigsten mit „Vorlesung“ beantwortet.

	Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten		Professoren an deutschen Fachhochschulen	
	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (n=59)	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit (n=84)
<b>Vorlesungen</b>	50	85%	78	93%
<b>Übungen</b>	36	61%	70	83%
<b>Fallstudien</b>	29	49%	Nicht als Antwortmöglichkeit auswählbar	
<b>Projekte</b>	23	39%	45	54%
<b>Seminare</b>	20	34%	24	29%
<b>Schriftliche, selbstständige Ausarbeitung</b>	14	24%	27	32%
<b>Simulationsspiele</b>	4	7%	5	6%
<b>Andere Lehrformen</b>	4	7%	8	10%

**Tabelle 5: Lehrformen (Mehrfachantwort möglich, n= 59 / n=84)**

Gefolgt werden die Vorlesungen von praktischen Lehrformen wie Übungen, Fallstudien oder Projekten. Hierbei zeigt sich an den Universitäten und Fachhochschulen eine ähnliche prozentuale Verteilung. Aus dieser Antwortauswertung ist weiterhin zu erkennen, dass die Teilnehmer häufig mehrere Lehrformen parallel nutzen. Tabelle 6 gibt darüber einen Überblick.

ERP-Lehre unter Verwendung von	Lehrstühle an deutsch-sprachigen Universitäten (n=59)	Professoren an deutschen Fachhochschulen (n=84)
einer Lehrform	9	3
zwei Lehrformen	15	23
drei Lehrformen	16	30
mehr als drei Lehrformen	19	28

**Tabelle 6: Anzahl der unterschiedlichen Lehrformen**

Die Verteilung der Lehrformanzahlen ist bei den Teilnehmern der Universitäten und Fachhochschulen nahezu identisch. Es zeigt sich, dass jeweils über die Hälfte der Teilnehmer drei oder mehr Lehrformen in der ERP-Lehre nutzen.

### 3.2 Praktischer Einsatz von ERP-Systemen in Studienkursen

Zusätzlich zur Untersuchung der verschiedenen Lehrformen war es das Ziel der Befragung die Anzahl und Art der Systeme im praktischen Lehreinsatz zu evaluieren. Daher wurden die Teilnehmer, die angegeben hatten, ERP-Themen zu lehren, gefragt, ob sie auch ERP-Systeme praktisch verwenden. Tabelle 7 zeigt, dass 64% der Universitätslehrstühle und 93% der Fachhochschulprofessoren ERP-Systeme praktisch in der Lehre einsetzen.

Auswertung bezogen auf	Teilnehmerzahl (n)	Teilnehmer, die ERP-Systeme praktisch verwenden	Prozentwert
Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten	59	38	64%
Deutschsprachige Universitäten	46	32	70%
Professoren an deutschen Fachhochschulen	84	78	93%
Deutsche Fachhochschulen	49	47	96%

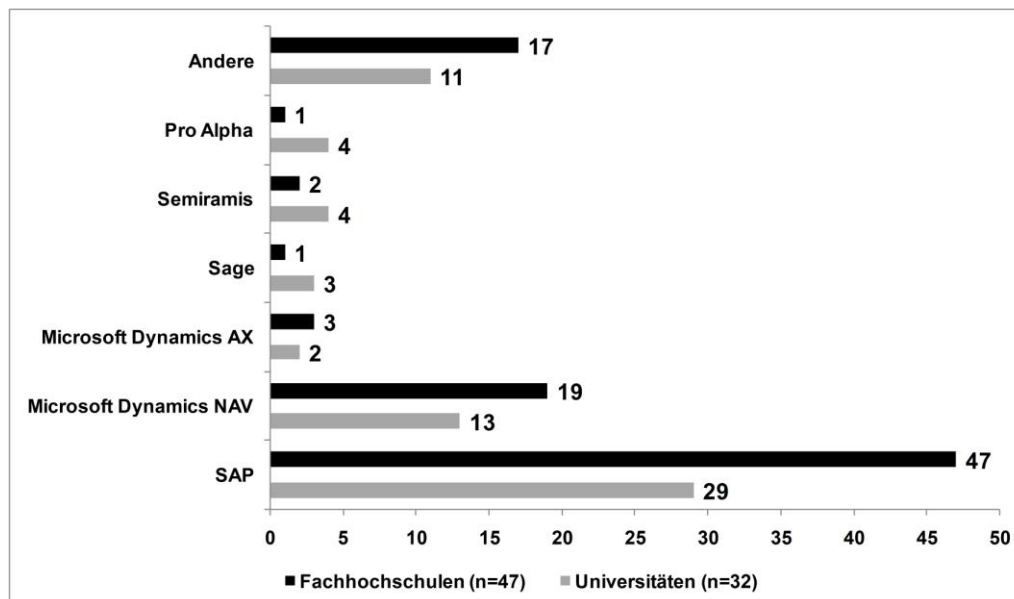
**Tabelle 7: Praktischer ERP-System-Einsatz in der Lehre (n=59 / n=84)**

Dabei ist auch zu sehen, dass an fast allen Fachhochschulen ERP-Systeme verwendet werden, während der Anteil der Universitäten in diesem Bereich niedriger ausfällt.

Des Weiteren hat die Auswertung der Fragebögen ergeben, dass die Teilnehmer der Universitäten ERP-Systeme und deren Funktionalitäten vor allem mit Fokus auf die fertigende Industrie (84%) und den Handel (50%) nutzen. Nur wenige Teilnehmer fokussieren andere Branchen wie beispielsweise den Finanzsektor (13%), die öffentliche Verwaltung (5%), das Gesundheitswesen (3%), Telekommunikation (3%) oder den Dienstleistungssektor (3%). Bei den Teilnehmern der

Fachhochschulen ergibt sich eine ähnliche Verteilung: fertigende Industrie (82%), Handel (36%), Finanzsektor (8%), öffentliche Verwaltung (3%) und Gesundheitswesen (1%).

Die Frage, welche Systeme verwendet werden, wurde gemäß unseren Erwartungen beantwortet. Fast alle Universitäten und jede Fachhochschule setzt mindestens ein SAP-System ein (vgl. Bild 1). Neben den Top 6 ERP-Systemen weisen die Antworten eine große Vielfalt von ERP-Systemen auf. Andere genannte Systeme sind beispielsweise: Godesys SO, Infor, ABAS Business Software, PeopleSoft Enterprise sowie verschiedene Open Source ERP-Systeme wie OpenERP, Compiere oder SQL Ledger.



**Bild 1:** Anzahl der hochschulweit eingesetzten ERP-Systeme  
(Mehrfachantwort möglich, n=32 / n=47)

Dabei ist zu erkennen, dass auch ERP-Lösungen für KMU in der Hochschullehre eingesetzt werden. Beispiele hierfür sind u.a. Microsoft Dynamics NAV, Sage Classic Line oder auch Godesys SO.

Eine weitere Auswertung dieser Frage hat ergeben, dass an 16 von 32 Universitäten (50%) und an 25 von 47 Fachhochschulen (53%) mehr als ein ERP-System in der Lehre eingesetzt werden. Dieser Fakt unterstützt wiederum die Forderung der Motivation. Hier hat sich auch gezeigt, dass ERP-Systeme für KMU meist parallel zu Systemen für Großunternehmen in der Lehre genutzt werden. Nur wenige Teilnehmer setzen ERP-Systeme für den Mittelstand in der praktischen Lehre ein ohne auch größere Systeme zu verwenden.

Die meisten Teilnehmer zeigten sich zufrieden mit „ihren“ ERP-Systemen und würden diese für die Lehre empfehlen. 25 von 38 Universitätsprofessoren und 55 von 75 Fachhochschulprofessoren beantworteten die Frage, ob die ERP-Systeme für den Lehreinsatz geeignet wären, positiv ohne Einschränkungen. Besonders zufrieden waren sie mit dem Support der ERP-System-Hersteller und mit dem Umfang der verfügbaren Schulungs- und Unterrichtsmaterialien. Andererseits waren einige Universitätsprofessoren (13 von 38) und Fachhochschulprofessoren (20 von 75) gar nicht oder nur teilweise zufrieden mit den ERP-Systemen. Dies war vor allem der zu hohen Systemkomplexität der jeweiligen Systeme und dem hohen Einsatz von Ressourcen, Aufwand und Kosten geschuldet.



Um Zugang zu den Systemen und auch zu den Schulungsunterlagen zu bekommen, ist es bei vielen Herstellern erforderlich, Mitglied des Hochschulprogramms des jeweiligen Herstellers zu sein, wie beispielsweise das University Alliances Programm von SAP oder die Business Solutions Academic Alliance von Microsoft (MBSAA). Tabelle 8 gibt diesbezüglich einen Überblick über die Mitgliedschaften der Befragungsteilnehmer in Hochschulprogrammen von ERP-Herstellern.

Hochschulprogramme der ERP-Hersteller	Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten (n=38)	Deutschsprachige Universitäten (n=33)	Professoren an deutschen Fachhochschulen (n=78)	Deutsche Fachhochschulen (n=47)
SAP University Alliances	26	21	73	45
Microsoft Business Solutions Academic Alliance (MBSAA)	9	7	30	24
Semiramis Research & Service (SeReS) Unit	1	1	5	4
Oracle University	3	1	9	6
Andere	2	2	5	5
Keine Mitgliedschaft	9	5	3	3

**Tabelle 8: Mitgliedschaft in einem ERP-Hochschulprogramm (Mehrfachantwort möglich)**

Dabei wird erkenntlich, dass eine Mehrzahl der Teilnehmer Mitglied der SAP University Alliances sind. Das zweit- und dritthäufigste genannte Programm sind dabei die MBSAA sowie die Oracle University. Dies ist jedoch nicht überraschend, da SAP, Microsoft und Oracle einen hohen Marktanteil am deutschen ERP-Markt besitzen (ca. 56.2% [11]) sowie 65% des weltweiten ERP-Marktes dominieren [10]. Auch zeigt sich, dass insgesamt 12 Teilnehmer ERP-Systeme einsetzen, ohne Mitglied in einem Hochschulprogramm zu sein. Des Weiteren ist zu sehen, dass, obwohl 3 Universitätslehrstühle und 9 Fachhochschulprofessoren Partner in der Oracle University sind, nur 2 Fachhochschulen ERP-Systeme von Oracle in der Lehre einsetzen. Zusätzlich wird deutlich, dass viele Teilnehmer Mitglied in mehr als einem Hochschulprogramm sind.

## 4 Fazit

Die Forschungsfrage aus der Motivation aufgreifend, konnte mit Durchführung der Befragungen an deutschsprachigen Universitäten und Fachhochschulen festgestellt werden, dass unter 92 Universitätslehrstühlen 59 Lehrstühle ERP-Themen vermitteln. Von diesen 59 wiederum nutzen 38 Lehrstühle ERP-Systeme praktisch in der Lehre und ermöglichen somit Studierenden einen Einblick in ausgewählte Systeme. Die Daten der 94 Fachhochschulteilnehmer haben gezeigt, dass 84 von ihnen ERP-Themen lehren und davon 78 ERP-Systeme praktisch einsetzen. Wie erwartet, aufgrund des starken Einflusses und der Marktführerschaft, sind ERP-Systeme von SAP die am meisten genutzten Systeme in der praktischen ERP-Lehre. Fast jeder Universitätslehrstuhl und jeder Fachhochschulprofessor, die praktische Lehrformen anbieten, verwenden SAP-Systeme. Weitere ERP-Systeme werden auch eingesetzt, wobei sich in den Antworten eine hohe Vielfalt an Systemen gezeigt hat. Jedoch werden diese Systeme im Vergleich zu

SAP-Systemen weit weniger häufig verwendet. Dennoch wird den Studierenden teilweise ein breiterer Einblick in den ERP-Markt gegeben, da viele Teilnehmer mehr als nur ein ERP-System in der Lehre einsetzen. Allerdings sind einige Teilnehmer nicht oder nur eingeschränkt mit „ihren“ Systemen zufrieden, meistens bedingt durch hohe Kosten und Aufwand.

Die Studie zeigt, dass das Vermitteln von ERP-Themen und der praktische Einsatz von ERP-Systemen in der Lehre als wichtige Aspekte der Curricula in wirtschaftsinformatikbezogenen Studiengängen angesehen werden. Die Universitäten und Fachhochschulen zeigen große Bereitschaft, sich mit ERP-Themen und –Systemen auseinanderzusetzen. In Anbetracht des sich schnell verändernden ERP-Marktes ist jedoch ein breiterer Einblick in den Markt und somit in verschiedene Systeme ratsam. Neben SAP existieren zahlreiche weitere ERP-System-Hersteller (besonders im Bereich der KMU). In einigen Universitäten und Fachhochschulen wird dies bereits aufgegriffen und es werden mehrere ERP-Systeme in der Lehre verwendet. Aber nicht alle Hersteller stellen ihre Systeme und Ressourcen für den Lehreinsatz zur Verfügung. Hier erscheint ein Informationsaustausch zwischen den Universitäten und Fachhochschulen bezogen auf den Einsatz verschiedener Systeme und den jeweiligen Herstellersupport ratsam und hilfreich.

Als Schlussfolgerung für die ERP-Hersteller kann herausgestellt werden, dass viele Universitäten und Fachhochschulen gerne (weitere) ERP-Systeme in der Lehre einsetzen würden – 39 Universitätslehrstühle und 41 Fachhochschulprofessoren beantworteten diese Frage mit „Ja“. ERP-Hersteller, besonders Hersteller für KMU, könnten diese Nachfrage nutzen, um von der Erfahrung späterer Absolventen mit ihrem System zu profitieren und ihnen einen ersten „Kontakt“ und Einblick in ihr System zu ermöglichen. Viele Universitäten und Fachhochschulen würden den Einsatz von kleineren Systemen in ihren Curricula begrüßen.

## 5 Literatur

- [1] Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (2011): Studienführer Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen. <http://www.akwi.de/studienfuehrer/>. Abgerufen am 01. Juli 2011.
- [2] Antonucci, YL; Corbitt, G; Stewart, G; Harris, AL (2004): Enterprise systems education: Where are we? Where are we going? *Journal of Information Systems Education* 15(3): 227-234.
- [3] Barker, T; Frolick, MN (2003): ERP Implementation Failure: a case study. *Information Systems Management* 20(4):43-49.
- [4] Boyle, TA; Strong, SE (2006): Skill requirements of ERP graduates. *Journal of Information Systems Education* 17(4):403-412.
- [5] Bradford, M; Vijayaraman, BS; Chandra, A (2003): The status of ERP integration in business school curricula: results of a survey of business schools. *Communications of the AIS* 12(1):437-456.
- [6] Brehm, N; Haak, L; Peters, D (2009): Using FERP Systems to introduce web service-based ERP Systems in higher education. In: Abramowicz, W; Flejter, D (Hrsg.), *Business Information Systems Workshops: BIS 2009 International Workshops, Poznan, Poland*, Springer, Berlin.
- [7] Fedorowicz, J; Gelinas, UJJ; Usoff, C; Hachey, G (2004): Twelve tips for successfully integrating enterprise systems across the curriculum. *Journal of Information Systems Education* 15(3):235-244.
- [8] Hawking, P; McCarthy, B; Stein, A (2004): Second wave ERP education. *Journal of Information Systems Education* 15(3):327-332.
- [9] Hsu, K; Sylvestre, J; Sayed, EN (2006): Avoiding ERP Pitfalls. *The Journal of Corporate Accounting & Finance* 17(4):67-74.
- [10] Jacobson, S; Shepherd, J; D'Aquila, M; Carter, K (2007): The ERP Market Sizing Report 2006-2011. AMR Research Inc, Boston, USA.
- [11] Konradin Business GmbH (2009): Konradin ERP-Studie 2009: Einsatz von ERP-Lösungen in der Industrie. Konradin Mediengruppe, Leinfelden-Echterdingen.
- [12] Leyh, C (2011): Verwendung von ERP-Systemen im Rahmen der Hochschullehre – Auswertung einer Befragung deutscher Universitäten und Fachhochschulen. In: *Dresdner Beiträge zur Wirtschaftsinformatik*, Nr. 62/11. Technische Universität Dresden, Dresden.
- [13] Leyh, C (2010): From teaching large-scale ERP systems to additionally teaching medium-sized systems. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Informatics Education and Research, AIS SIG-ED IAIM 2010*. St. Louis - Missouri, USA.
- [14] Leyh, C; Betge, A; Strahinger, S (2010): Nutzung von ERP-Systemen und RFID-Technologie in klein- und mittelständischen Unternehmen - Eine explorative empirische Untersuchung sächsischer KMU. In: *Dresdner Beiträge zur Wirtschaftsinformatik*, Nr. 54/10. Technische Universität Dresden, Dresden.

- [15] Leyh, C; Hübler, P (2011): Nutzung von ERP-Systemen in sächsischen klein- und mittelständischen Unternehmen - Eine explorative empirische Untersuchung. In: *Dresdner Beiträge zur Wirtschaftsinformatik*, Nr. 59/11. Technische Universität Dresden, Dresden.
- [16] Leyh, C; Strahringer, S (2011): Vermittlung von ERP-Kenntnissen in Tiefe und Breite: Erfahrungen mit einem ERP-Projektseminar an der TU Dresden. In: Heiß, HU; Pepper, P; Schlingloff, H; Schneider, J (Hrsg.), *Tagungsband zur INFORMATIK 2011*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.
- [17] Magal, SR; Word, J (2009): *Essentials of Business Processes and Information Systems*. Wiley, Hoboken, NJ, USA.
- [18] Noguera, JH; Watson, EF (1999): Effectiveness of using an enterprise system to teach process-centered concepts in business education. In: *Proceedings of the 5th Annual Americas Conference on Information Systems (AMCIS 1999)*. Milwaukee, WI, USA.
- [19] Pellerin, R; Hadaya, P (2008): Proposing a new framework and an innovative approach to teaching reengineering and ERP implementation concepts. *Journal of Information Systems Education* 19(1):65-73.
- [20] Peslak, AR (2005): A twelve-step, multiple course approach to teaching enterprise resource planning. *Journal of Information Systems Education* 16(2):147-155.
- [21] Projekt IFWIS (2008): Studiengänge und Lehrstühle im Fach Wirtschaftsinformatik (WI) bzw. Information Systems (IS). <http://www.wi-inf.uni-duisburg-essen.de/FGFrank/ifwis/public/>. Abgerufen am 12. Juni 2010.
- [22] Seethamraju, R (2007): Enterprise systems software in business school curriculum – Evaluation of design and delivery. *Journal of Information Systems Education* 18(1):69-83.
- [23] Stewart, G; Rosemann, M; Hawking, P (2000): Collaborative ERP curriculum developing using industry process models. In: *Proceedings of the 6th Annual Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2000)*. Long Beach, CA, USA.
- [24] Venkatesh, V (2008): One-Size-Does-Not-Fit-All: Teaching MBA students different ERP implementation strategies. *Journal of Information Systems Education* 19(2):141-146.
- [25] Watson, EE; Schneider, H (1999): Using ERP systems in education. *Communications of the AIS* 1(1):Article 9.
- [26] WI – Wirtschaftsinformatik (2010): Studienführer Wirtschaftsinformatik, <http://www.wirtschaftsinformatik.de/index.php;do=st/site=wi/sid=a3ae4282209d93b977161d800433e1ee>. Abgerufen am 15. Juni 2010.
- [27] Winkelmann, A; Klose, K (2008): Experiences while selecting, adapting and implementing ERP systems in SMEs: a case study. In: *Proceedings of the 14th Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2008)*. Toronto, Kanada, Paper 257.
- [28] Winkelmann, A; Leyh, C (2010): Teaching ERP systems: A multi-perspective view on the ERP system market. *Journal of Information Systems Education* 21(2):233-240.
- [29] Winkelmann, A; Matzner, M (2009): Teaching medium sized ERP systems – a problem-based learning approach. In: Papadopoulos, GA; Wojtkowski, W; Wojtkowski, WG; Wrycza, S; Zupancic, J (Hrsg.), *Information Systems Development: Towards a Service Provision Society*. Springer, New York. 891-901.

# **Lernerfolg durch ERP-System-Vergleich – Einsatz von SAP Business ByDesign und SAP ERP in der Lehre**

## **Axel Winkelmann**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, ERCIS, 48149 Münster,  
E-Mail: axel.winkelmann@ercis.uni-muenster.de

## **Justus Holler**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, ERCIS, 48149 Münster,  
E-Mail: justus.holler@ercis.uni-muenster.de

## **Johannes Püster**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, ERCIS, 48149 Münster,  
E-Mail: johannes.puester@ercis.uni-muenster.de

## **Tobias Heide**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, ERCIS, 48149 Münster,  
E-Mail: tobias.heide@ercis.uni-muenster.de

## **Abstract**

Die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ ist eine Bachelorveranstaltung in informationssystem-bezogenen Studiengängen der Universität Münster, die Theorie und Praxis betriebswirtschaftlicher Anwendungssysteme verbindet. Viele Hochschulen setzen zur Vermittlung entsprechenden Systemwissens SAP ERP ein. Ziel der neu gestalteten Veranstaltung ist es, parallel auch Wissen über das seit Sommersemester 2011 erstmalig an Hochschulen zum Einsatz kommende SAP Business ByDesign zu vermitteln und im vergleichenden Einsatz die Funktionsweise und den Aufbau von ERP-Systemen zu reflektieren. Ziel des Artikels ist, Ablauf und Hintergründe der Veranstaltung zu diskutieren und den Mehrwert für den vergleichenden Einsatz beider Systeme für andere Hochschulen aufzuzeigen. Die positiven Ergebnisse zeigen, dass das Lehrkonzept gut aufgenommen wird und in seiner Struktur auf andere Hochschulen angewandt werden kann.

## **1 Einleitung**

Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme sind aus dem Softwareportfolio moderner Unternehmen gleich welcher Branche nicht mehr fortzudenken. So setzen über 92% der deutschen Industrieunternehmen ERP-Systeme ein [6]. ERP-Systeme zusammen mit den Unternehmensprozessen bestimmen zu einem hohen Maße die Effizienz eines Unternehmens und unter-

stützen deren Produktivität und Transparenz. Da ERP-Systeme eine wichtige Unternehmenskomponente und langfristige Investitionen mit hohem strategischen Wert darstellen, müssen Auswahl, Einführung und Betrieb mit hoher Sorgfalt durchgeführt werden. Es ist daher sinnvoll, Studierende der Wirtschaftsinformatik diesbezüglich zu sensibilisieren, um zukünftigen Fehlentscheidungen entgegenzuwirken, da diese zu erheblichen finanziellen Nachteilen des einführenden Unternehmens führen können (siehe [1], [5]).

Aufgrund der Bedeutung für Unternehmen und dem großen Markt für diese Systeme erhalten die Studierenden des Bachelor-Studiengangs Wirtschaftsinformatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster in der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ einen theoretischen Einblick in ERP-Systeme im Allgemeinen und einen praktischen Einstieg in das SAP-Portfolio im Speziellen. Mit der Lösung ERP 6.0 der SAP AG [10] wurden die Studierenden traditionell in der Veranstaltung an eine ausgereifte Lösung herangeführt. Aufgrund des weltweiten Marktführerstatus des SAP ERP-Systems ist es auch in Hinblick auf zukünftige berufliche Berührungspunkte von besonderem Interesse für die Studierenden. Diese können das System kennenlernen und erhalten damit Einblicke in die betriebliche Praxis. SAP ERP ist das, aufgrund seines Marktanteils, weitverbreitetste ERP-System im Einsatz an deutschen Universitäten [16].

Im Sommersemester 2011 wurde zum weiteren Ausbau der Veranstaltung neben SAP ERP erstmalig auch das neue Cloud-basierte SAP Business ByDesign 2.6 in den Übungsblock der Veranstaltung aufgenommen [11]. Diese Erweiterung der ERP-Lern-Landschaft soll die Studierenden befähigen, den Vergleich zwischen Systemen zu ziehen und Unterschiede verstehen und beurteilen zu können. Weiterhin soll der Lernerfolg durch das zweistufige Vorgehen verbessert werden.

Diese erstmalig für Hochschulen zugänglich gemachte und den Mittelstand als Kundengruppe fokussierende Lösung erlaubt es den Studierenden Einblicke in eine neue Generation von ERP-Systemen zu erhalten und Erfahrungen mit modernen Technologien zu sammeln [4]. Durch die hohe Anzahl an kleinen und mittelständischen Unternehmen in Europa mit vielen Beschäftigten (über 60%) [12], hat Business ByDesign eine potenziell hohe Bedeutung für die Studierenden der Wirtschaftsinformatik.

Ziel des vorliegenden Artikels ist es, die Möglichkeit des vergleichenden Einsatzes von SAP ERP und Business ByDesign im Rahmen einer Bachelor-Vorlesung erstmalig vorzustellen, dessen Vorteile zu reflektieren und die Übertragbarkeit auf andere Hochschulen zu diskutieren. Im folgenden Kapitel wird die Veranstaltung in das Lehrprogramm des Bachelorstudiums eingeordnet und der theoretische Hintergrund, welcher der Veranstaltung zugrunde liegt, erläutert. Im dritten Kapitel wird der Ablauf der Veranstaltung mit den Vorlesungen und den begleitenden Übungen näher erläutert. Der Evaluation der Veranstaltung widmet sich das vierte Kapitel. Im fünften Kapitel wird der Systemeinsatz kritisch diskutiert und aufgezeigt, welche Verbesserungspotenziale bestehen.

## 2 Einordnung der Veranstaltung

### 2.1 Positionierung der Veranstaltung „Anwendungssysteme“

Die vergleichende Einführung in SAP ERP und SAP Business ByDesign findet im Kontext der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ im Bachelor-Programm Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster statt. Da die Veranstaltung Pflichtbestandteil des Studienprogramms ist, wird sie im Mittel von 110 Studierenden besucht.

Das Curriculum im Bachelorprogramm Wirtschaftsinformatik kombiniert Inhalte der Wirtschaftsinformatik, Informatik, Mathematik, Betriebswirtschaftslehre (BWL), Volkswirtschaftslehre (VWL) und Grundlagen des IT-Rechts. Jeder dieser Bereiche ist Pflichtteil des Programms, und es werden verschiedene Veranstaltungstypen wie Vorlesungen, Übungen, Seminare und Projektseminare angeboten.

		Wirtschaftsinformatik	Informatik	Quantitative Methoden	BWL	VWL & IT-Recht
Semester	1	Einführung in die Wirtschaftsinformatik	Programmierung	Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler	Grundlagen der BWL	
	2	Kommunikations- und Kollaborationssysteme	Datenstrukturen und Algorithmen		Grundlagen des Rechnungswesens	Mikroökonomik
	3	Datenmanagement und Software Engineering		Stochastik	Operations Management	
	4	Anwendungssysteme	Rechnerstrukturen und Betriebssysteme	Operations Research	Marketing	Makroökonomik
	5	Internetökonomie		Entscheidungstheorie		IT-Recht
	6	Vertiefung				
		Projektseminar				
		Vertiefungsmodul (Seminare und Vorlesungen)				
		Bachelorarbeit				

**Bild 1: Einordnung der Veranstaltung in den Studienverlaufsplan**

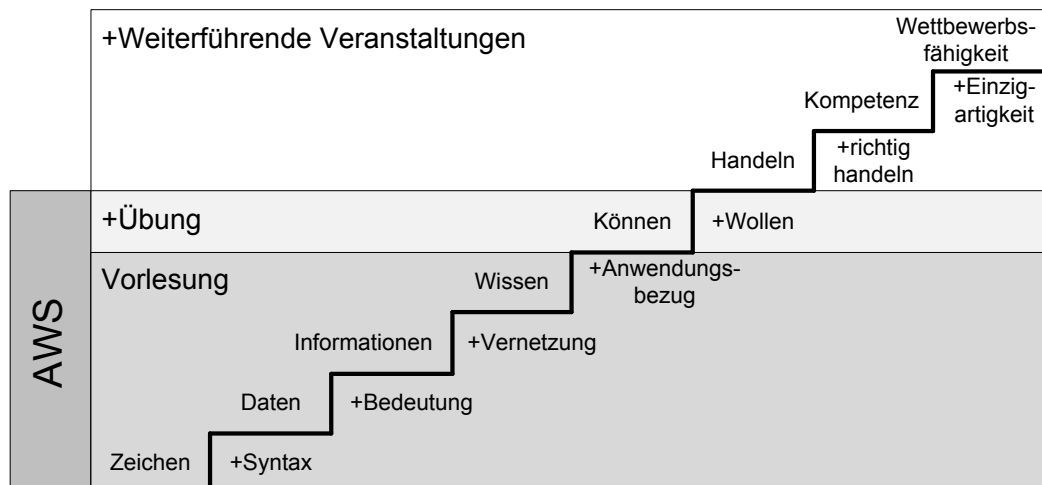
Im Studienverlaufsplan ist die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ im vierten Semester positioniert. Damit befindet sich diese, wie in Bild 1 zu sehen ist, am Ende der Grundlagenveranstaltungen und direkt vor den vertiefenden Veranstaltungen des fünften und sechsten Semesters, die zur Spezialisierung und Individualisierung der Studierenden beitragen. Durch diese Positionierung im Studienverlaufsplan bringen die Studierenden in der Veranstaltung bereits umfangreiche Kenntnisse der Wirtschaftsinformatik mit. Da die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ die letzte Veranstaltung aus dem Bereich Wirtschaftsinformatik ist, werden weiterhin viele Inhalte der vorgehenden Veranstaltungen wie z. B. „Datenmanagement“ und „Software Engineering“ aufgegriffen.

Ziel der Veranstaltung im Kontext des Studienverlaufsplanes ist es, auf dem bestehenden Wissen aufbauend eine Ausgangsbasis für den Besuch der vertiefenden Veranstaltungen mit starker Wirtschaftsinformatik-Komponente zu schaffen. Dieses Ziel gilt natürlich auch im Hinblick auf Vorbereitung von Masterstudiengängen der Wirtschaftsinformatik oder BWL.

## 2.2 Theoretischer Hintergrund

Unter Berücksichtigung von Wissen als grundlegende Ressource eines Unternehmens und der praktischen Relevanz von ERP-Systemen, ist die Vermittlung von Wissen über diese Systeme von hoher Bedeutung für Studierende der Wirtschaftsinformatik [3],[9]. Im universitären Umfeld ist dabei immer die Balance zwischen Theorie und praktisch anwendbarem Fachwissen zu wahren [17]. Daher kombiniert die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ die Vermittlung theoretischer Kenntnisse in Form von Vorlesungen mit praktischer Anwendung in einem Übungsteil, um dem Anspruch als Grundlagenveranstaltung zu genügen.

Die Ausgestaltung der Inhalte basiert auf der Erkenntnis, dass beim Erwerb von Wissen verschiedene Kompetenzstufen durchlaufen werden. Eingeordnet in die Wissenstreppe nach North [9], durchlaufen Studierende verschiedene Phasen der Kompetenzakquise, um Wissen und damit Kompetenz in ihrem Fachbereich zu erlangen [9]. Damit höhere Stufen erreicht werden können, ist eine Reflektion des Wissenserwerbs notwendig, z. B. indem das erlernte, theoretische Wissen anhand von praktischen Erfahrungen, beispielsweise mit Anwendungssystemen, kritisch hinterfragt wird [13].



**Bild 2:** Einordnung der Veranstaltung in die Wissenstreppe nach North

In die in Bild 2 dargestellte Wissenstreppe nach North eingeordnet, zielt die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ auf das Erlangen von anwendungsbezogenem Können durch die Studierenden ab. Hierfür muss zuerst die Stufe des Wissens erreicht werden. Diese und die vorangehenden Stufen des Wissenserwerbs werden durch den Vorlesungsteil der Veranstaltung „Anwendungssysteme“, in dem theoretische Grundlagen vermittelt werden, erreicht. Im Übungsteil soll dieses Wissen anschließend zu anwendungsbezogenem Können erweitert werden. Diese Übungen bestehen aus klassischen Aufgaben und dem Vergleich von SAP ERP und SAP Business ByDesign durch konkrete Aufgaben in den Systemen. Dadurch wird sowohl ein weiterer Wissensaufbau als auch der Erwerb von praktischem Können ermöglicht, und der kritische Vergleich von Praxis und Theorie gefördert [15].

Darüber hinaus soll der Aufbau der gesamten Veranstaltung die Studierenden dazu motivieren, die Systeme eigenständig zu nutzen. Durch die Veranstaltung wird eine Basis von ERP-Wissen geschaffen, welches durch weiterführende Veranstaltungen des Bachelors, wie Seminare oder Projektseminare, und im späteren Verlauf der Ausbildung durch Veranstaltungen eines Masterprogramms ausgebaut wird. Mögliche weitere Stufen, die so durch die Studierenden entlang der Wissenstreppe erreicht werden können, sind die höheren Stufen der Kompetenz und der Wettbewerbsfähigkeit. Durch den Besuch weiterführender Veranstaltungen durch die Studierenden wird der Erwerb dieser höheren Wissensstufen ermöglicht.



### 3 Ablauf der Veranstaltung

#### 3.1 Ziel und Ablauf der Veranstaltung „Anwendungssysteme“

In der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ sollen die Studierenden im vierten Semester des Wirtschaftsinformatik-Bachelors einen Einblick in Nutzen, Gestaltung, Auswahl, Einführung und Management von betriebswirtschaftlichen Informationssystemen erhalten. Die wöchentlich vierstündige Veranstaltung gliedert sich in einen Vorlesungs- und einen Übungsteil. Dabei werden im ersten Vorlesungsteil zunächst Aspekte der Gestaltung von Anwendungssystemen von der Fachkonzeption bis zur Implementierung in den Vordergrund gestellt. Anschließend stehen betriebswirtschaftliche Standardsoftwaresysteme, insbesondere ERP-Systeme, im Vordergrund der theoretischen Wissensvermittlung. Mit den Themenbereichen innerbetriebliche und überbetriebliche Informationssysteme werden darüber hinaus weitere Anwendungssysteme vorgestellt und in den betrieblichen Kontext eingeordnet.

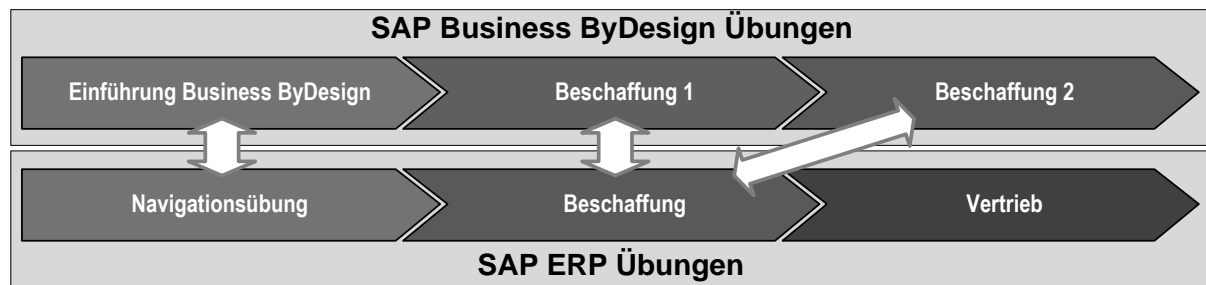
Im Vorlesungsteil findet vorwiegend Frontalunterricht statt, der durch Gastvorträge zum Thema ergänzt wird. Die wöchentliche Übung greift die Themen der Vorlesung auf und wendet diese an. So werden in der Übung sowohl Aufgaben zum Vorlesungsstoff bearbeitet, als auch relevante Anwendungssysteme vorgestellt. Im Rahmen des neuen Veranstaltungskonzepts sind dies, neben der Prozessmodellierungssoftware ARIS, die ERP Systeme SAP ERP und SAP Business ByDesign.

#### 3.2 Vergleichender Einsatz von SAP Business ByDesign und SAP ERP

Zentraler Bestandteil der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ ist die Einführung in die ERP-Systeme SAP ERP und SAP Business ByDesign. Wie bereits oben vorgestellt, wird dabei in den Übungen zur Vorlesung zuerst am Beispiel von Business ByDesign praktisch in die Thematik der ERP-Systeme eingeführt und das gewonnene Wissen daraufhin auf SAP ERP übertragen.

Die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ ist eine etablierte Veranstaltung, in der bereits in der Vergangenheit SAP ERP eingesetzt wurde. Die Studierenden äußerten sich stets positiv zum generellen Einsatz von betrieblicher Software in der Grundlagen-Veranstaltung, kritisierten jedoch die Beschränkung auf lediglich ein System. SAP ERP wurde in einer Navigationsübung und drei durch den Dozenten moderierte Übungen vorgestellt. Das Feedback der Studierenden ergab jedoch, dass diese Form der ERP-System-Einführung viele Studierende überforderte und nur einen geringen Lerneffekt erzielte. Der Vergleich zweier Systeme wurde daher erstmalig in der vergangenen Vorlesungsperiode in die Veranstaltung eingebracht.

Inhaltlich wird in beiden Systemen der Beschaffungsprozess durch die Studierenden ausgeführt. In beiden Fallstudien deckt dieser alle für ein Unternehmen relevanten Arbeitsschritte für die Beschaffung von Gütern ab. Der betrachtete Prozess enthält als vorbereitende Maßnahmen die Stammdatenpflege von Material und Lieferant, den Angebotsprozess und die Kontraktierung. Die Bestellung wird mit einer Bestellanforderung, der eigentlichen Bestellung, dem Wareneingang und der Rechnungserfassung durchgeführt.



**Bild 3:** Ablauf und Integration der SAP ERP und Business ByDesign Übungen

Durch die Bearbeitung der gleichen Problemstellung können die Studierenden die beiden Systeme vergleichen, Parallelen ziehen und Erlerntes aus dem Business ByDesign-System auch auf SAP ERP übertragen. So wird zwar inhaltlich in der Übung nur eine ausgewählte betriebswirtschaftliche Thematik behandelt, die im Vordergrund stehenden Anwendungssysteme können jedoch von den Studierenden reflektiert werden. Die Reflektion der Systeme und die daraus entstehenden Erkenntnisse basieren auf Analogien in der Übung und den Systemen [2]. So ähneln sich die Übungen inhaltlich und bezüglich der genutzten Terminologie, da diese vom gleichen Hersteller stammen. Somit ermöglicht das Übungskonzept ein langsames Gewöhnen an die ERP/SAP-Welt. Durch den Aufbau eines Begriffsverständnisses in der Vorlesung und in Business ByDesign bietet sich für die Studierenden ein vereinfachter Einstieg in das komplexere SAP ERP.

Im Fall von Business ByDesign, ist der Beschaffungsprozess in zwei Übungseinheiten unterteilt, und wird vor den SAP ERP-Übungen behandelt (siehe Bild 3). Die Studierenden werden so sukzessiv mit dem System vertraut gemacht. Im später folgenden Übungsteil zu SAP ERP führen die Studierenden den Beschaffungsprozess in einer Übungseinheit durch. Da die Studierenden bereits mit dem in der Übung durchgeführten Prozess vertraut sind, die betriebswirtschaftlichen Grundlagen beherrschen und die Termini aus Business ByDesign bekannt sind, lässt sich die Behandlung des Beschaffungsprozess zeitlich straffen. Beide Systeme werden vor dieser inhaltsgleichen Fallstudie individuell vorgestellt und mit einer einleitenden, jeweils system-individuellen Übung eingeführt. Business ByDesign wird, als intuitives, webbasiertes System, mit einer Übung eingeführt, die bereits inhaltliche Aufgaben stellt, aber einen eingeschränkten Bereich des Systems nutzt. Dagegen beschäftigt sich die Einführung von SAP ERP ausschließlich mit der Navigation im System.

In Business ByDesign wird die erste Orientierung für die Studierenden vereinfacht, indem ihnen nur eine beschränkte Auswahl von Work Centern (die Arbeitsbereiche in Business ByDesign) zugewiesen wird. Weitere Work Center werden den Studierenden für die jeweiligen Übungen zur Verfügung gestellt. Insgesamt erhalten diese nur die für die Übungen benötigten Work Center, um ein selbstständiges Einarbeiten bei zugleich verringerter Komplexität des Systems zu ermöglichen. Im Business ByDesign-System ermöglichen Genehmigungsschritte, die bei bestimmten Prozessschritten und beim Überschreiten von definierten Schwellwerten nötig sind, zudem eine gute Erfolgskontrolle der Leistungen der Studierenden. In der Anwendung des Systems nimmt ein Dozent die Rolle des Vorgesetzten ein und kann komfortabel Aktivitäten der Studierenden nachverfolgen und erreichte Meilensteine aufzeichnen.

Um beide Systeme in den Übungen im gleichen zeitlichen Umfang zu behandeln und Einblick in weitere betriebswirtschaftliche Vorgänge zu ermöglichen, wird neben dem in beiden Systemen behandelten Beschaffungsprozess in SAP ERP zusätzlich eine Vertriebsübung durchgeführt. Analog zum Beschaffungsprozess wird in dieser letzten Übung ein Vertriebsvorgang simuliert. Zur Durchführung der Übungen sind nur wenige Vorarbeiten durch die Studierenden erforderlich, und es wird ein geringes Vorwissen benötigt. Kurze, inhaltlich abgeschlossene Prozesse führen zu schnellen Resultaten und Erfolgserlebnissen bei den Studierenden. Somit eignet sich eine Durchführung mit abgeschlossenen Teilprozessen gut für das Erlernen von ERP-Systemen [7].

Die Übungen sowohl zu SAP ERP als auch Business ByDesign basieren auf bestehenden Lehrmaterialien, die von der SAP und für Business ByDesign von den IBIS Labs in Würzburg erstellt wurden. Für den Einsatz in der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ wurden diese überarbeitet und für das Lernkonzept im Rahmen der Übungseinheiten angepasst. Dabei wurde Wert darauf gelegt, die Übungseinheiten mit abwechselnden Theorie- und praktischen Übungsphasen zu gestalten. Dieser Veranstaltungsaufbau nach dem Sandwich-Prinzip [14] berücksichtigt die limitierte Aufmerksamkeitsspanne von Lernenden und bietet eine enge Verknüpfung von Theorie und der sofortigen Anwendung, so dass der Transfer des vermittelten Wissens durch die Übung gefördert wird.

### **3.3 Begleitende Lehrangebote**

Um den Studierenden eigenständiges Lernen und Vertiefen der Vorlesungsinhalte zu bieten, besteht die Möglichkeit, sich unabhängig von den Vorlesungszeiten in die beiden Systeme ERP und Business ByDesign einzuloggen und damit zu arbeiten. Mit Business ByDesign ist dies aufgrund der Webarchitektur direkt möglich. Für den Zugriff auf SAP ERP steht den Studierenden der universitäre Computerpool zur Verfügung und darüber hinaus die Möglichkeit, per Remotezugriff auf das System zuzugreifen.

Im Rahmen dieser Zugriffsmöglichkeiten ist es den Studierenden freigestellt, ergänzende und über die Inhalte der Vorlesung hinausgehende Übungen zu bearbeiten und das System besser kennenzulernen. Die Studierenden werden, sofern im Prozessablauf notwendig, von Dozenten begleitet. Diese nehmen dabei wie erwähnt die Rollen der Vorgesetzten ein, um den Studierenden z. B. mit Genehmigungsprozessen eine realitätsnahe Systemumgebung zu bieten.

### **3.4 Vertiefende Lehrangebote**

Aufgrund des Pflichtcharakters der Veranstaltung „Anwendungssysteme“, bauen einige Lehrangebote auf den Inhalten der Veranstaltung auf. Wie dem Bild 1 zu entnehmen ist, werden in den letzten beiden Semestern des Bachelorprogramms vertiefende Lehrangebote in Form von Seminaren und sogenannten Projektseminaren angeboten. Letztere sind dadurch geprägt, dass eine kleine Gruppe von Studierenden mit einem Praxispartner gemeinsam an einem Projekt arbeitet. Im anschließenden Semester wird den Studierenden der Anwendungssysteme-Veranstaltung die Möglichkeit geboten, ihre erworbenen ERP-System-Kenntnisse insbesondere aus dem Bereich der Beschaffung im Rahmen eines solchen Projektseminars anzuwenden und zu vertiefen.

Die Seminar- und Projektseminar-Konzepte finden sich in Münster auch im Masterprogram wieder. Dort wird im kommenden Semester ein Seminar angeboten, welches die Inhalte aus der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ aufgreift. In Zusammenarbeit mit weiteren Universitäten wird das System Business ByDesign für ein B2B-Integrationsszenario genutzt. Jede Universität

repräsentiert dabei ein virtuelles Unternehmen und bildet realitätsnah Unternehmensprozesse ab, welche Daten aus den jeweils anderen Unternehmen integrieren. Durch dieses Konzept wird neben der intensiven Nutzung des Business ByDesign-Systems die Kommunikation und Koordination zwischen den Studierenden standortintern und standortübergreifend gefördert.

## 4 Evaluation

### 4.1 Evaluation der Lehrveranstaltung durch die Studierenden

Am Ende des Semesters erfolgte eine Evaluation der Lehrveranstaltung durch die Studierenden. Den Studierenden wurde die Möglichkeit gegeben einen Fragebogen zur Veranstaltung auszufüllen. Dieser Fragebogen wird für die gesamte Universität standardisiert in allen Lehrveranstaltungen eingesetzt und basiert auf der Education Survey Automation Suite (EvaSys). Der anonyme Fragebogen besteht aus einem quantitativen Teil in dem Fragen zur Qualität von verschiedenen Aspekten der Veranstaltung gestellt werden, während der zweite Teil aus einem Freitextfeld besteht, in das Kommentare eingetragen werden können.

Im quantitativen Teil bewerten die Studierenden die Struktur der Veranstaltung, das Engagement des Lehrenden, die Vermittlung der Lehrinhalte, das verwendete Material und die Rahmenbedingungen. Erweitert wird diese Bewertung durch die demographischen Daten der Studierenden und eine Selbsteinschätzung zur Lehrveranstaltung. Eine abschließende Gesamtbewertung vervollständigt den qualitativen Teil. An der Evaluation nahmen mit 116 Teilnehmern nahezu alle Studierenden der Veranstaltung teil. Anhand einer fünfstufigen Likert-Skala, bei der 1 die völlige Zustimmung und 5 eine Ablehnung der Aussage repräsentiert, konnten die Studierenden die Veranstaltung in einer Vielzahl von Aspekten, wie dem Engagement des Lehrenden oder der Selbsteinschätzung des Lernerfolgs, bewerten.

Vom quantitativen Teil der Evaluation sollen im Zusammenhang mit diesem Artikel besonders die Ergebnisse betrachtet werden, die im Zusammenhang mit der Struktur, den Materialien und den Lehrinhalten der Veranstaltung stehen und, wenn möglich, unabhängig vom Dozenten sind. Mit einer Bewertung von 2,1 wurde der inhaltliche Aufbau der Veranstaltung leicht besser evaluiert als im Vorjahr (2,2) (siehe Bild 4). Die Zufriedenheit mit den Lehrmaterialien, zu denen auch die zur Verfügung gestellten ERP-Systeme zählen, stieg jedoch deutlich auf eine 1,8 (2,4) an. Im Gesamturteil der Studierenden schnitt die Veranstaltung mit einer sehr guten 1,9 (2,2) ab.

Kommentare und Kritik zu den behandelten ERP-Systemen lassen sich dem Freitextfeld entnehmen. So wünschen sich die Studierenden meist eine freie Aufgabenstellung mit weniger konkreten Handlungsanweisungen:

"Bei der Beschäftigung mit den Systemen (...) etwas mehr auf Verständnis setzen, auch wenn das im Umgang mit z. B. SAP ERP sicherlich schwierig ist."

"SAP-Übung: weniger stumpfe Step-by-Step-Leitfäden, dafür lieber Aufgaben, die einen auch dazu motivieren, sich mit dem System zu beschäftigen."

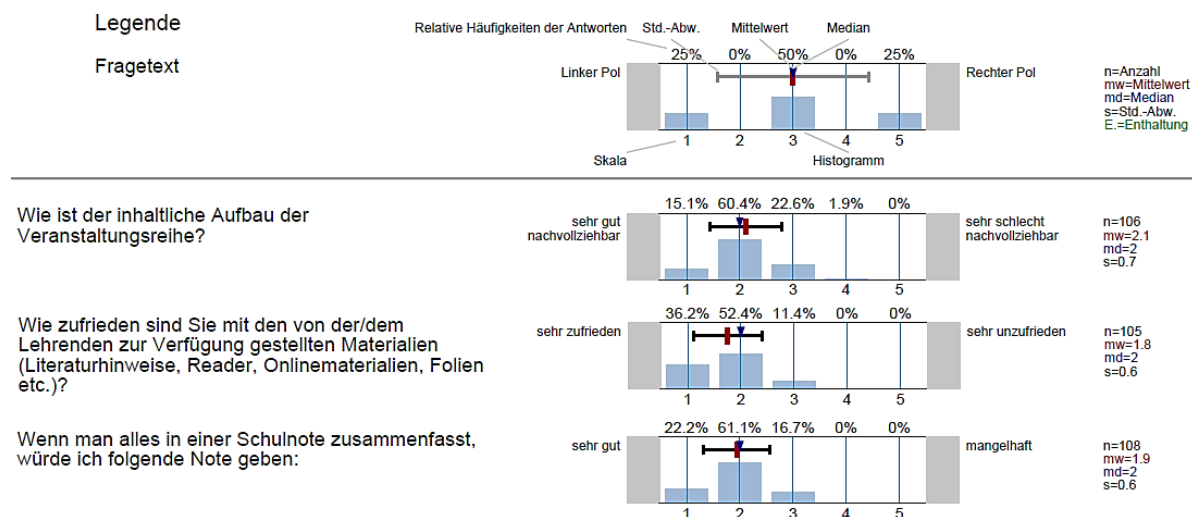
Für den Dozenten gilt es hier zwischen der Herausforderung für die Studierenden und der Durchführbarkeit der Übungen abzuwägen. Freie Aufgabenstellungen können zwar motivierend wirken, jedoch sind diese deutlich betreuungsintensiver und für schwächere Studierende frustrierend, da diese nicht in der Lage sind die Aufgaben erfolgreich zu bearbeiten.

Das zusätzliche neue ERP-System SAP Business ByDesign wurde von den Studierenden gut aufgenommen und positiv bewertet:

"Business ByDesign - Fallstudien waren eine gute und interessante Abwechslung zu theoretischen Übungsaufgaben. Sehr viel und umfangreiches Übungsmaterial erleichtert Verständnis."

Auch die Präsentation von relevanten ERP-Systemen wurde von Studierenden begrüßt:

"Einblicke in die Systeme sind gut."



**Bild 4: Evaluationsergebnisse der Veranstaltung „Anwendungssysteme“**

Durch die guten Evaluationsergebnisse, insbesondere in der Gesamtbewertung der Veranstaltung, kann die neue Struktur als Erfolg gewertet werden, auch wenn es schwerfällt den Lernerfolg der Studierenden durch die Klausur und Evaluation der Veranstaltung zu messen. Die Evaluationsrückmeldung lässt jedoch den Schluss zu, dass ein leichteres Erlernen von SAP ERP durch vorheriges Verwenden von Business ByDesign möglich ist.

#### 4.2 Erfahrung mit dem ERP-System-Einsatz aus Sicht der Lehrenden

Aus Sicht der Dozenten ist die Neuausrichtung der Veranstaltung „Anwendungssysteme“ auf die vergleichende Einführung von zwei ERP-Systemen erfolgreich verlaufen. Die von den Dozenten gesetzten Lernziele, wie das Verständnis der betriebswirtschaftlichen Prozesse und das Kennenlernen der ERP-Systeme, wurden erreicht und sowohl in der Besprechung der Übungen und als auch als Teil der Abschlussklausur überprüft. Auch die Reihenfolge der System-einführung hat sich für die Dozenten als sinnvoll bestätigt. So konnte bei den Studierenden die Reflektion der Systeme und der Wissenstransfer vom Business ByDesign auf das SAP ERP-System festgestellt werden.

Wie vermutet, kamen die Studierenden mit dem Business ByDesign-System gut zurecht und der administrative Aufwand der Dozenten beschränkte sich hauptsächlich auf die Konfiguration der Benutzerzugänge und das gelegentliche Ändern von Passwörtern für Benutzer. Ähnlich wie bei den Studierenden ist auch bei den Dozenten eine steile Lernkurve zu beobachten. Dozenten mit ERP-Vorwissen finden sich in Business ByDesign schnell zurecht und können dieses bereits nach einer kurzen Einarbeitungsphase für den Lehrbetrieb einsetzen.

Das Lehrkonzept wird dadurch eingeschränkt, dass die Funktionalität beider Systeme nicht feingranular vorgestellt wird. Durch die Einführung eines weiteren Systems deckt das Wissen der Studierenden daher nur einen kleinen Funktionsbereich ab. Diese Kenntnisse reichen allerdings aus, um einen ersten Eindruck über die Systeme zu erlangen, befähigen die Studierenden jedoch nicht, ohne weitere Schulung mit dem System in allen Bereichen zu arbeiten. Insgesamt muss es für nachfolgende vergleichende Einsätze beider Systeme Ziel sein, die Analogie der Übungsinhalte noch weiter zu steigern. Mit gleichen Demo-Organisationen und -Produkten können die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden Systeme noch weiter herausgestellt werden.

In der ersten Durchführung dieses Veranstaltungsaufbaus waren sowohl die Business-ByDesign- als auch die SAP-ERP-Übungen freiwillige Bestandteile der Veranstaltung. Zwar wurde die Klausurrelevanz betont, allerdings war eine Bearbeitung und Einreichung der Ergebnisse zum Termin der Übungsbesprechung nicht verpflichtend. Dies führte zu einer nicht immer zufriedenstellenden Vorbereitungsquote zum Übungstermin. Für weitere Durchführungen dieses Veranstaltungskonzepts sollen die Übungen deshalb verpflichtend gestaltet werden.

### **4.3 Übertragbarkeit der Lehrveranstaltung auf andere Hochschulen**

Die Vorlesung „Anwendungssysteme“ mit Einsatz eines ERP-Systems wird an vielen Hochschulen gelehrt. Eine aktuelle Umfrage von Leyh, Winkelmann & Lu kommt zu dem Ergebnis, dass in diesem Zusammenhang die Vermittlung von Wissen über verschiedene Anwendungssystem-Klassen und Standardsoftwaresysteme gelehrt wird. Dabei steht das ERP-System, insbesondere vertreten durch SAP ERP, bei vielen Hochschulen im Vordergrund oder wird exklusiv zur Wissensvermittlung eingesetzt [8]. Eine Ergänzung des Lehrprogramms durch den vergleichenden Einsatz von Business ByDesign ist aus unserer Perspektive sinnvoll.

Das System kann so modifiziert werden, dass den Studierenden zunächst nur wenige Funktionen zur Verfügung stehen und dadurch die Komplexität beim Kennenlernen eines ERP-Systems deutlich reduziert wird. Zudem ist es möglich, das System unabhängig von den technischen Möglichkeiten der jeweiligen Hochschule über den Internetbrowser zu nutzen, so dass die Studierenden das System auch von zu Hause nutzen können. Die zur Verfügung stehenden Schulungsunterlagen zu Business ByDesign können (ggf. aufgrund der Zeitrestriktion in abgespeckter Form) verwendet werden. Idealerweise sollten im Anschluss vergleichend die Prozesse im SAP ERP durchgegangen werden. Der Vergleich bietet Gelegenheit, Erlerntes zu übertragen und damit zu vertiefen und begleitende Vorlesungsthematiken zu reflektieren. Beispielhafte Thematiken können Architekturen und Entwicklungsphilosophien der ERP-Ansätze, Bedienungskonzepte im Vergleich, implementierte Prozessabläufe und Datenstrukturen im Vergleich oder Identifikation der Zielgruppen der beiden Systeme (Unternehmensgrößen und Branchen) sein.

## **5 Fazit und Ausblick**

Diese Arbeit behandelt die Veranstaltung „Anwendungssysteme“ der WWU Münster, und eine Umstellung der Übungen zur Veranstaltung von einer intensiveren Betrachtung der SAP ERP Lösung auf den Vergleich dieser Lösung mit SAP Business ByDesign. Die Ergebnisse der Evaluation (siehe Kapitel 4.1) zeigen, dass sich der Lernerfolg im Vergleich zur vorigen Veranstaltungsperiode verbessert hat.

Mit Business ByDesign ist ein Schritt in Richtung eines eigenverantwortlicheren Übungskonzeptes gegangen worden. Dies zeigt sich auch anhand der positiven Bewertungen durch die Dozenten. Business ByDesign wird mehrheitlich gut angenommen, und ist aufgrund geringerer Komplexität für Studierende einfacher zu erfassen als SAP ERP. Hierdurch wird eine Grundlage an betriebswirtschaftlichem Wissen und SAP-Terminologie geschaffen, so dass die komplexere SAP ERP-Lösung effektiver vorgestellt werden kann. Das Vorgehen fügt sich daher besser als zuvor in den kontinuierlichen Lernprozess der Wissenstreppe ein.

Die Einbringung zweier Systeme in die Übung erfordert eine Aufteilung der zur Verfügung stehenden Zeit. Dennoch werden beide Systeme in die Übungen eingebunden, da eine konkrete Nutzung von Systemen einen höheren Lernerfolg als die ausschließlich theoretische Behandlung verspricht [15]. Einschränkend muss erwähnt werden, dass die Studierenden weiterhin den Anleitungs-Charakter der Übungen kritisieren, wenn auch mit geringerer Intensität als im Vorjahr. Auch hat sich die geringe Teilnahmequote an den Übungen als problematisch erwiesen und die Integration der Übungsinhalte in die abschließende Leistungsbeurteilung ist schwer zu realisieren. Diese Probleme sollen im nächsten Semester gelöst werden, indem durch die Übungen Punkte für die abschließende Leistungsbeurteilung gesammelt werden können. Um den Unterschied zwischen der Nutzung von SAP ERP und SAP Business ByDesign sowie der Nutzung beider Systeme zu evaluieren, könnten im kommenden Semester innerhalb der Veranstaltung verschiedene Übungsgruppen gebildet werden. Somit könnte der Lernerfolg quantitativ überprüft werden.

Da sich das Konzept bewährt hat, soll es in den kommenden Semestern weiter ausgebaut werden. Eine engere Verzahnung der Fallstudien, die in Business ByDesign und SAP ERP behandelt werden, kann zur weiteren Verbesserung des Lernerfolges beitragen. Dies könnte beispielsweise durch ähnlichere Strukturen der Beispielunternehmen, oder verstärkte Nutzung von Folgeaufgaben erreicht werden. Zusammen mit der Bewertung der Aufgaben werden so Anreize für die Studierenden geschaffen, sich eigenständig mit dem System auseinanderzusetzen. Die gesamte Umstellung der Übung fügt sich harmonisch in das Gesamtkonzept des Studiengangs ein, und ist aus unserer Sicht auch auf Veranstaltungen anderer Programme und Universitäten übertragbar.

## 6 Literatur

- [1] Barker, T; Frolick, MN (2003): ERP implementation failure: A case study. *Information systems management* 20(4):43-49.
- [2] Bozelli, FC; Nardi, R (2009): Analogies as Didactic Resources to Introduce a STS Approach in Physics Teaching. In Taşar, MF; Çakmakçı, G (Hrsg.), *Contemporary science education research: teaching*. Pegem Akademi, Ankara, Turkey, 261-267.
- [3] Grant, RM (1996): Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal* 17:109-122.
- [4] Hawking, P; McCarthy, B; Stein, A (2004): Second Wave ERP Education. *Journal of Information Systems* 15(3):327-327.
- [5] Hsu, K; Sylvestre, J; Sayed, EN (2006): Avoiding ERP pitfalls. *Journal of Corporate Accounting & Finance* 17(4):67-74.
- [6] Konradin Mediengruppe (2011): Einsatz von ERP-Lösungen in der Industrie. Leinfelden-Echterdingen.
- [7] Leutner, D; Barthel, A; Schreiber, B (2001): Studierende können lernen, sich selbst zum Lernen zu motivieren: Ein Trainingsexperiment. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 15(3):155-167.
- [8] Leyh, C; Winkelmann, A; Lu, J (2011): Exploring the diversity of ERP systems - An empirical insight into system usage in academia. In: *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. Detroit, USA.
- [9] North, K; Hornung, T (2003): The Benefits of Knowledge Management - Results of the German Award "Knowledge Manager 2002." *Journal of Universal Computer Science* 9(3):119-128.
- [10] SAP AG (2011): SAP-ERP-Anwendungen.  
<http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/index.epx>.
- [11] SAP AG (2011): SAP Business ByDesign: Die umfassende On-Demand-Softwarelösung für mittelständische Unternehmen. <http://www.sap.com/germany/sme/solutions/businessmanagement/businessbydesign/index.epx>.
- [12] Schmiemann, M (2008): Unternehmen nach Größenklassen - Überblick über KMU in der EU. Eurostat. Statistik Kurz Gefasst 31:8.
- [13] Schön, DA (1983): *The reflective practitioner: how professionals think in action*. Temple Smith, London.
- [14] Wahl, D (2006): *Lernumgebungen erfolgreich gestalten: vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln*. Julius Klinkhardt.
- [15] Watson, EE; Schneider, H (1999): Using ERP systems in education. *Communications of the AIS* 1(2):3-46.
- [16] Winkelmann, A; Leyh, C; Frick, N (2010): ERP-Systeme in der Lehre – ein vergleichendes, hochschulübergreifendes Seminar mit mittelgroßen. In: *MKWI 2010*. Göttingen.
- [17] Winkelmann, A; Matzner, M (2009): Teaching Medium-Sized ERP Systems—A Problem-Based Learning Approach. In Papadopoulos, GA; Wojtkowski, W; Wojtkowski, G; Wrycza, S; Zupancic, J (Hrsg.), *Information Systems Development: Towards a Service Provision Society*. New York, 891-901.



# **Software-as-a-Service und Cloud Computing**



# Anforderungen an Cloud Computing Anbieter

## Jochen Hetzenecker

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III, 90403 Nürnberg,  
E-Mail: jochen.hetzecker@wiso.uni-erlangen.de

## Sebastian Kammerer

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III, 90403 Nürnberg,  
E-Mail: sebastian.kammerer@wiso.uni-erlangen.de

## Valerie Zeiler

Accenture GmbH, 61476 Kronberg im Taunus,  
E-Mail: valerie.zeiler@accenture.com

## Michael Amberg

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III, 90403 Nürnberg,  
E-Mail: michael.amberg@wiso.uni-erlangen.de

## Abstract

Cloud Computing hat sich während der letzten Jahre zu einem viel diskutierten Thema in der Informationstechnik entwickelt. Trotz zahlreicher Potentiale herrscht noch immer Zurückhaltung beim Einsatz. Dies kann unter anderem auf eine unklare Situation hinsichtlich der Anforderungen zurückgeführt werden. In dieser Arbeit wird deshalb ein Modell von Anforderungen zur Bewertung von Cloud Computing Anbietern entwickelt. Hierzu wurde eine wissenschaftliche Literaturanalyse mit einer Untersuchung bestehender Modelle und Richtlinien kombiniert. Durch Experteninterviews wurde das Ergebnis vervollständigt. Es konnten 41 Anforderungen in den Kategorien „Informationssicherheit“, „Performance & Usability“, „Kosten“, „Support & Kooperation“ sowie „Transparenz und Organisation des Anbieters“ identifiziert werden, welche abschließend durch eine Umfrage validiert wurden.

## 1 Einleitung

In den letzten Jahren hat sich Cloud Computing zu einem vielbeachteten Thema der Informationstechnik (IT) entwickelt. Es ermöglicht die Nutzung von IT-Services, ohne die nötigen Ressourcen selbst besitzen zu müssen. Laut Armbrust et al. [1] hat Cloud Computing das Potential, die Nutzung von IT-Services und Ressourcen nachhaltig zu verändern. In der wissenschaftlichen Literatur ist ein enormer Anstieg der Anzahl der Publikationen in diesem Thema in den letzten Jahren zu verzeichnen. Aber auch aus Sichtweise der Praxis herrscht großes

Interesse. Beispielsweise wurde Cloud Computing in den Jahren 2009 bis 2011 im Gartner Hype Cycle auf dem „Peak of Inflations“ angesiedelt und war das Leitmotiv der Cebit im Jahr 2011.

Weiterhin prognostizieren verschiedene Studien einen rapiden Anstieg der Nutzung von Cloud Computing. Laut einer Untersuchung der Experton Group [4] werden die IT-Ausgaben für Cloud Computing bis zum Jahr 2015 um das Sechsfache steigen; allein in Deutschland könnte das Gesamtvolumen in 2015 laut dem Centre for Economics and Business Research bei 50 Milliarden Euro pro Jahr liegen [18]. Dies kann unter anderem auf zahlreiche Potentiale von Cloud Computing, wie die Steigerung der Flexibilität oder Kosteneinsparungen zurückgeführt werden.

Dennoch ist bei deutschen Unternehmen derzeit eher Zurückhaltung beim Einsatz zu beobachten, wie beispielsweise in einer Studie des Beratungsunternehmens Deloitte beschrieben wird: Lediglich 46 % der befragten Unternehmen setzen Cloud Computing überhaupt ein, und nur bei 20 % von den einsetzenden Unternehmen hat Cloud Computing strategische Bedeutung [5]. Oftmals wird Cloud Computing noch in prototypischen Szenarien getestet. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass vielen Anwendern die Anforderungen an einen Einsatz von Cloud Computing, vor allem in Fragen der Informationssicherheit und Datenschutz, unklar sind [9]. Zum anderen ist, gerade in diesen Bereichen, eine mangelnde Transparenz der Anbieter bezüglich der Erfüllung der Anforderungen erkennbar, was die Verunsicherung weiter verstärkt [13]. Dies wird auch von einer Studie der EU-Kommission zum Thema Cloud Computing untermauert [6].

Um dieser Unklarheit entgegenzuwirken, wird in dieser Arbeit ein Anforderungsmodell abgeleitet, welches die relevanten Anforderungen an einen Cloud Computing Anbieter darstellt. Basierend auf einer wissenschaftlichen Literaturanalyse sowie bestehenden Modellen und Normen wurde ein Modell entwickelt, welches durch Experteninterviews ergänzt und durch eine Online-Umfrage verifiziert wurde. Mit Hilfe des Modells können Cloud Computing Anbieter auf verschiedenen Abstraktionsebenen individuell evaluiert und über deren Eignung entschieden werden.

## 2 Grundlagen Cloud Computing

Derzeit existiert noch keine allgemein etablierte Definition von Cloud Computing. In letzter Zeit ist aber die vermehrte Verwendung der Definition des National Institute of Standards and Technology (NIST) zu beobachten. Dieser zufolge ist Cloud Computing „[...] a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction“ [12]. Weiterhin wird Cloud Computing anhand der Charakteristika „On-demand self service“, „Broad network access“, „Resource pooling“, „Rapid elasticity“ und „Measured service“ definiert [12]. Oftmals wird noch „Pay as you go“, die verbrauchsorientierte Abrechnung der Services, als wesentliches Kriterium angeführt [3].

### 2.1 Potentiale und Risiken

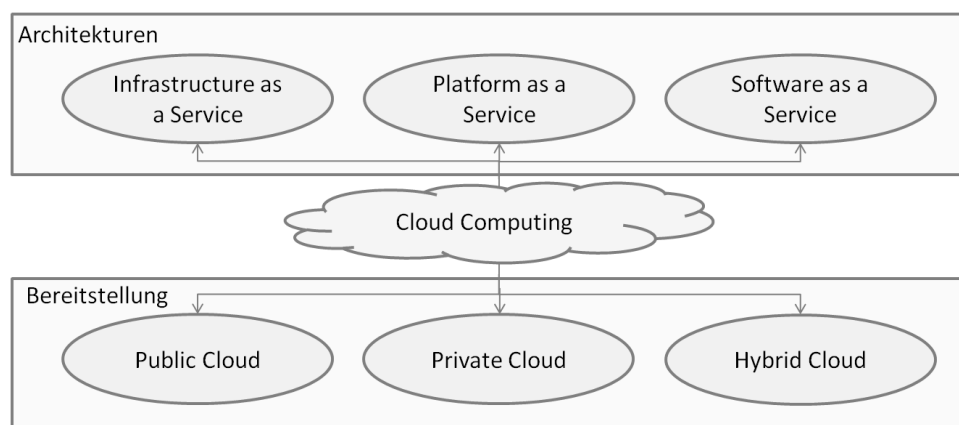
Im Bereich des Cloud Computing wurde den Potentialen bereits viel Aufmerksamkeit in der Forschung gewidmet. Die meisten Potentiale sind in die Bereiche Kosteneinsparungen und Erhöhung der Flexibilität einzuordnen. So sind aufgrund der verbrauchsabhängigen Abrechnung keine hohen anfänglichen Investitionskosten durch Lizenzen oder Beschaffung von Hard- und Software vorhanden, fixe Kosten werden in variable Kosten in Form regelmäßiger Zahlungen

transformiert [10]. Auch werden keine langfristigen Vertragsbindungen eingegangen, die Services können in der Regel bei Inaktivität beendet oder stillgelegt werden [8]. Die hohe Skalierbarkeit der Ressourcen und die Auslagerung der Sicherheit, Wartung und Verantwortung an den Cloud Computing Anbieter begünstigt eine höhere Flexibilität auf Seiten des Cloud Computing Nutzers. Er kann zeitnah auf Veränderungen reagieren und sich auf seine Kernkompetenzen konzentrieren [7].

Der Einsatz von Cloud Computing birgt jedoch auch Risiken. So sind beim Einsatz von Cloud Computing zahlreiche Restriktionen einzuhalten. Diese können vom Unternehmen selbst, beispielsweise in Form von Compliance-Anforderungen, aber auch extern in Form von Gesetzen, wie dem Datenschutzgesetz oder der Abgabenordnung ausgehen [11]. Auch sind tiefgreifende Änderungen in der IT-Architektur erforderlich. So wird die Zuständigkeit und Verantwortung in den Bereichen Sicherheit, Backup, Wartung, aber auch die Sicherstellung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Dienstes an den Cloud Computing Anbieter übertragen. Dies resultiert für den Cloud Computing Nutzer in Kontrollverlust, da er keinen direkten Einfluss auf seine ausgelagerten Daten und Prozesse mehr besitzt. Die daraus entstehende Abhängigkeit zum jeweiligen Anbieter wird durch das Fehlen von standardisierten Schnittstellen noch weiter verstärkt [2].

## 2.2 Architekturen

Cloud Computing unterscheidet in Abhängigkeit vom angebotenen Service drei verschiedene Architektur-Schichten, die in Bild 1 veranschaulicht werden. Unter Infrastructure as a Service (IaaS) wird die Bereitstellung von Hardwareressourcen wie Speicherplatz, Infrastruktur oder Rechenleistung verstanden. Zur Verfügung gestellt werden diese häufig in Form von Storage Attached Networks, Virtual LANs oder virtuellen Maschinen, welche vom Benutzer bei Bedarf benutzt werden können. Platform as a Service (PaaS) bietet IT-Plattformen, oftmals auf Basis von IaaS, zur Erstellung von Applikationen. Es wird zwischen Entwicklungsplattformen und Betriebsplattformen unterschieden, wobei häufig der gesamte Lebenszyklus der Applikation unterstützt wird. Die bekannteste Schicht von Cloud Computing wird als Software as a Service (SaaS) bezeichnet und beschreibt die Nutzung von Software oder Applikationen über ein Netzwerk in Form von Services.[16] Das Ausmaß kann hierbei von der Nutzung eines Online-Emaildienstes oder der Onlinearchivierung und des Austauschs von Dateien bis zur Verlagerung ganzer Systeme wie CRM oder ERP Systemen zu einem Cloud Computing Anbieter reichen [12].



**Bild 1:** Architekturen und Bereitstellungsarten von Cloud Computing

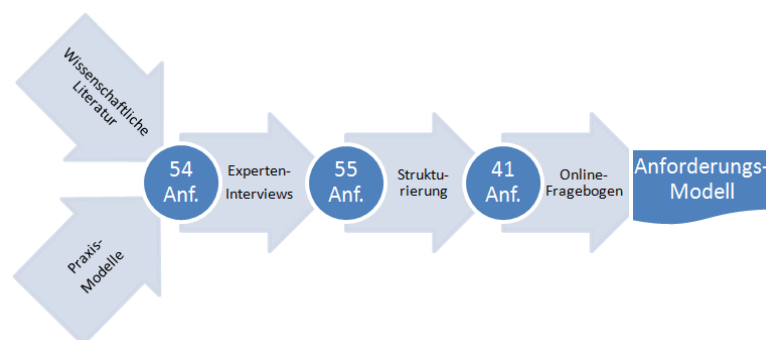
## 2.3 Bereitstellung

Üblicherweise werden drei Bereitstellungsarten von Cloud Computing unterschieden, die in Bild 1 dargestellt werden. Public Cloud Computing zeichnet sich durch ein öffentliches Angebot des Dienstes aus. Jeder kann dieses Angebot über definierte Schnittstellen beanspruchen, es ist jedoch aufgrund der hohen Standardisierung wenig anpassbar und in einigen Fällen aufgrund von datenschutzrechtlichen oder sicherheitstechnischen Aspekten nicht nutzbar. In diesem Fall kann eine Private Cloud eine Lösung darstellen. Die Dienste werden hierbei exklusiv für einen Kunden bereitgestellt. Der Anbieter kann bei dieser Form im gleichen Unternehmen wie der Kunde angesiedelt sein oder als Drittanbieter auftreten. Dies kann zu Einbußen in Flexibilität und Kostenreduktion führen, aber auch gesetzliche und sicherheitsrelevante Probleme beheben. Als Hybrid Cloud wird die Mischform aus Public und Private Cloud bezeichnet. Hier können unternehmenskritische oder datenschutzrechtlich relevante Daten in einer Private Cloud gehalten werden, weniger kritische Daten oder Lastspitzen werden in einer Public Cloud implementiert.[12] Darüber hinaus werden einige Sonderformen in der Literatur erwähnt, wie beispielsweise Community Cloud Computing oder Virtual Private Cloud Computing, bei denen es sich aber um Unterformen der drei vorgestellten Bereitstellungsarten handelt.

## 3 Erhebung der Anforderungen an Cloud Computing Anbieter

Zum effizienten Einsatz von Cloud Computing und der sorgfältigen Auswahl eines Anbieters müssen die Anforderungen des Nutzers genau spezifiziert sein. Durch Unklarheiten in Bezug auf die gesetzliche Einordnung von Cloud Computing ist dies aber oftmals nur schwer möglich. Weiterhin richtet sich Cloud Computing auch an Anwender mit geringen IT-Kenntnissen; diese können ihre Anforderungen jedoch oft nicht ausreichend spezifizieren. Als Konsequenz schieben viele Unternehmen den Einsatz von Cloud Computing auf oder lehnen den Einsatz gänzlich ab. Ein potentieller Wettbewerbsvorteil kann hierdurch verloren gehen [5].

In diesem Kapitel soll die Entwicklung eines Anforderungsmodells an Cloud Computing Anbieter aufgezeigt werden, welches eine individuelle Evaluation dieser ermöglicht. Der Entwicklungsprozess ist in Bild 2 dargestellt. So wurden zuerst wissenschaftliche Literatur sowie praxisrelevante Modelle und Richtlinien untersucht. Um dieses erste Modell um fehlende Anforderungen zu ergänzen und die bestehenden Anforderungen zu vertiefen, wurden im Anschluss Experteninterviews durchgeführt. Anschließend wurden die Anforderungen neu strukturiert, woraus 41 Anforderungen resultierten. Diese wurden abschließend durch einen Online-Fragebogen validiert.



**Bild 2:** Prozess der Entwicklung des Anforderungsmodells

### 3.1 Wissenschaftliche Literatur

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Literaturanalyse wurden die Journals und Konferenzen des Jourqual Teilrankings Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement [14] mit den Bewertungen A bis C und der WI Orientierungsliste [17] mit den Bewertungen A und B sowie fachspezifische Journals und Konferenzen wie die „International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing“ sowie die „International Conference on Cloud Computing Technology and Science“ untersucht. Als Suchbegriff wurde „Cloud Computing Anforderung“ bzw. „Cloud Computing Requirement“ verwendet. Es wurde Titel, Abstract und, soweit möglich, der gesamte Text durchsucht. Weiterhin wurde eine Rückwärtssuche, das heißt eine Suche in den Quellen der gefundenen Paper sowie eine Vorwärtssuche, das heißt eine Suche nach den diese Artikel zitierende Paper durchgeführt [15]. Es wurde sich auf Artikel mit mindestens vier Seiten fokussiert. Insgesamt lieferte die Suche 763 Artikel. In einem ersten Schritt wurden Titel, Abstract, Einleitung und Zusammenfassung auf Relevanz überprüft; hierbei konnte die Anzahl auf 49 relevante Artikel reduziert werden. In der Regel wurden hierbei nur Teilbereiche der Anforderungen betrachtet. Im Anschluss wurden im Rahmen einer eingehenden Betrachtung des gesamten Artikels 38 Artikel identifiziert, die sich mit Anforderungen an Cloud Computing befassten. Nach deren Kodierung konnten 37 Anforderungen benannt werden.

### 3.2 Modelle zu IT Anforderungen

Zur Erweiterung des Anforderungsmodells um praktische und gesetzliche Aspekte wurden Modelle, Richtlinien und Artikel aus der Praxis analysiert. Der Fokus lag auf Quellen, die Anforderungen an einen Cloud Computing Anbieter enthielten oder Anforderungen beinhalteten, welche auf Cloud Computing übertragen werden konnten. So wurden unter anderem die IT-Infrastructure Library (ITIL), die ISO / IEC 9126, das Eckpunktepapier Cloud Computing des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und die Schutzziele der IT Sicherheit analysiert. Hierbei konnten insgesamt 51 Anforderungen identifiziert werden, von denen sich einige zumindest in den Grundzügen mit denen der wissenschaftlichen Literatur überschneiden. Die sich überschneidenden Anforderungen konnten hierdurch jedoch weiter präzisiert werden. Das Anforderungsmodell wurde durch die untersuchten Modelle hauptsächlich in den Kategorien „Informationssicherheit“, „Support und Kooperation“ sowie „Transparenz und Organisation des Anbieters“ erweitert oder vertieft.

### 3.3 Experteninterviews

Zur Überprüfung des Modells auf Richtigkeit und Vollständigkeit der Anforderungen wurden im Anschluss zwölf Experteninterviews geführt. Als Zielgruppe wurden Personen mit direktem täglichem Kontakt zu Cloud Computing ausgewählt. Um ein möglichst breites Spektrum abzudecken, wurden diese aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen und -größen ausgewählt. Im Durchschnitt betrug die Länge der in der Zeit vom 04.07.2011 bis 13.07.2011 telefonisch geführten Interviews 60 Minuten. Es wurde ein Interviewleitfaden verwendet und jedes Interview aufgezeichnet und transkribiert. Neben demographischen Daten sowie Daten über das Unternehmen wurden vor allem das Wissen sowie die Anforderungen und der Einsatz von Cloud Computing abgefragt. Das bereits bestehende Anforderungsmodell wurde im Interview nicht verwendet oder erklärt. Durch anschließendes Kodieren konnten 41 Anforderungen identifiziert werden. Das bestehende Anforderungsmodell wurde um diese erweitert und umfasste nach den Experteninterviews 55 Anforderungen.

Nach diesen drei Erhebungen von Anforderungen musste das Modell neu strukturiert werden, da sich einige Anforderungen als Untieranforderungen erwiesen. Zudem wurden die Kategorien angepasst. Das Anforderungsmodell umfasste nach diesem Schritt sechs Kategorien mit 41 Anforderungen sowie 37 Untieranforderungen.

### 3.4 Online-Umfrage

Da das Modell bislang nur auf theoretischen Quellen und Meinungen von Einzelpersonen basierte, wurde im Rahmen einer Online-Umfrage die Allgemeingültigkeit überprüft. Hierzu wurde ein Fragebogen mit 105 Fragen entwickelt. Neben den demografischen Daten zur Person und deren Arbeitgeber wurden die Wichtigkeit der einzelnen Anforderungen sowie der Einsatz von Cloud Computing abgefragt. Der Fragebogen wurde zuerst im Rahmen eines Pre-Tests mit fünf Personen getestet, wobei kleinere Fehler bezüglich Rechtschreibung und Formulierung beseitigt werden konnten. Am 15.07.2011 wurde der Fragebogen mit Hilfe der Software UniPark online gestellt. Ab diesem Tag wurden auch über die Social-Networking-Plattform Xing zielgruppenspezifisch 513 Personen angeschrieben, welche sich mit dem Thema Cloud Computing aus Anwendersicht beschäftigen. Weiterhin wurde in fachspezifischen Foren und Mailinglisten auf die Umfrage aufmerksam gemacht. Die Umfrage war bis 08.08.2011 aktiv und lieferte 156 gültige Datensätze. Die Datensätze von zwei Personen wurden entfernt, da Ihnen Cloud Computing nicht bekannt war.

Fragen zur Einschätzung der Wichtigkeit der einzelnen Anforderungen aus Sicht der befragten Personen wurden auf einer Likert-Skala von 1-5 gemessen, wobei 1 „Stimme nicht zu“ und 5 „Stimme zu“ bedeutete. Zusätzlich wurde ein Feld „Keine Meinung“ (0) angeboten.

Es zeigte sich, dass 91,7% der Befragten Cloud Computing gegenüber positiv eingestellt sind (Wert 4 und 5). 82,8% setzen Cloud Computing bereits in ihrem Unternehmen ein, von den Verbleibenden tendieren 55,8% zum Einsatz in den nächsten 3 Jahren. Die Befragten waren vorwiegend in der IT-Brache (59,0%) oder in der Beratung (16,2%) tätig und gleichmäßig über alle Unternehmensgrößen und Positionen im Unternehmen verteilt.

Im Rahmen der Umfrage konnten alle Anforderungen des Modells bestätigt werden. Die niedrigsten Werte bei der durchschnittlichen Gewichtung wurden bei den Anforderungen „Offlineverfügbarkeit der Daten“ (3,41), „Cloud Zertifizierung“ (3,63) und „Auditierbarkeit“ (3,73) erzielt. „Zugriffsschutz“ (4,88), „Sicherheitsarchitektur“ (4,78) und „Verfügbarkeit“ (4,77) wiesen hierbei die höchsten Werte auf. Da über alle Anforderungen ein durchschnittlicher Wert von mindestens 3,41 erreicht wurde, können alle Anforderungen als relevant angesehen werden. Ein Rückschluss auf die konkrete Reihenfolge der Wichtigkeit ist aber aufgrund der teilweise sehr kleinen Differenz zwischen den Werten nicht sinnvoll. Des Weiteren ist die Wichtigkeit jeder Anforderung im Einzelfall in Abhängigkeit vom Einsatzszenario individuell einzuschätzen. Eine allgemeine Tendenz der Wichtigkeit der Anforderungen sowie der Kategorien kann aber aus der Umfrage abgeleitet werden. Eine mögliche nachfolgende Untersuchung mit dem Ziel der Erstellung eines Rankings sollte deshalb besonderen Wert auf den Einfluss des Einsatzszenarios auf die Wichtigkeit der Anforderungen legen. Mit Hilfe eines Freitextfeldes wurden noch nicht aufgenommene Anforderungen abgefragt, es konnten jedoch keine neuen Anforderungen identifiziert werden.



## 4 Modell zu Anforderungen an Cloud Computing Anbieter

Basierend auf den Ergebnissen der Literaturanalysen, der Experteninterviews sowie der Onlineumfrage wurde ein Modell zu Anforderungen an Cloud Computing Anbieter aufgestellt, welches in Tabelle 1 dargestellt ist. Es beinhaltet drei Detaillierungsgrade: Kategorien, Anforderungen und Unteranforderungen. Die sechs übergeordneten Kategorien sollen einen ersten Überblick vermitteln. Allerdings sagen die Kategorien inhaltlich noch nichts über konkrete Anforderungen aus und sind somit zur Bewertung von Cloud Computing Anbietern nicht geeignet. Die Kategorien sind in 41 Anforderungen unterteilt. Diese sind zur Bewertung von Cloud Computing Anbietern weitestgehend ausreichend. Einige dieser Anforderungen wurden aufgrund des immer noch großen Teilbereichs weiter in Unteranforderungen unterteilt, so dass am Ende 41 Anforderungen mit 37 Unteranforderungen überprüft werden können. Aufgrund des begrenzten Platzes sind in Tabelle 1 nur die ersten beiden Detaillierungsgrade dargestellt.

In Tabelle 1 ist zudem dargestellt, ob die Anforderung in der wissenschaftlichen Literatur, in Modellen aus der Praxis und / oder im Experteninterview identifiziert wurde. In der letzten Spalte ist außerdem der Mittelwert der Wichtigkeit dieser Anforderung – resultierend aus der Online-Umfrage – angegeben.

Die Kategorie „Informationssicherheit“ beinhaltet Anforderungen in Bezug auf die Sicherheit der ausgelagerten Daten. Ein Bestandteil ist die Sicherheitsarchitektur des Anbieters, welche die Rechenzentrums-, Netzwerk-, Server- sowie Anwendungs- und Plattformsicherheit beinhaltet. Weiterhin muss ein ausreichendes Sicherheitsmanagement durch ITIL oder ISO Zertifizierungen nachgewiesen werden können. Der Anbieter muss die Sicherheit der Kundendaten durch einen Datenlebenszyklus, isolierte Datenhaltung, regelmäßige Backups und vollständiges sowie sicheres Löschen der Daten gewährleisten. Hierunter sind auch der Zugriffsschutz und die Verschlüsselung der Daten zu verstehen. Aufgrund der Mandantenfähigkeit von Cloud Computing muss die Isolation der Daten verschiedener Kunden gewährleistet sein. Das Personal des Anbieters muss auf Vertrauenswürdigkeit überprüft sein und durch Aus- und Weiterbildungen geschult sowie durch Verpflichtungsvereinbarungen an Sicherheit und Datenschutz gebunden sein. Des Weiteren muss die stetige Konsistenz und Verfügbarkeit der Daten und des Gesamtsystems gewährleistet werden. Für den Fall einer Netzwerkunterbrechung kann daher eine Offline-Datenhaltung nötig sein. Unter Zuverlässigkeit werden die Reife des Systems sowie die Fehlertoleranz sowie das Vorhandensein von Wiederherstellungsprozessen im Fehlerfall betrachtet. Die Wartung darf für den Kunden zu keinen oder nur im vereinbarten Rahmen auftretenden Ausfällen führen. Das Ausmaß der Skalierbarkeit, d.h. vollautomatische oder manuelle Skalierung der Ressourcen und die Grenzen der Skalierbarkeit müssen spezifiziert sein. Das Monitoring und Security Incident Management soll eine umfassende Überwachung der Cloud Dienste und eine zeitnahe Reaktion bei Sicherheitsvorfällen gewährleisten. Im Rahmen des Business Continuity Management muss der Anbieter ein definiertes Vorgehen für den Fall einer Unterbrechung oder der Einstellung des Dienstes aufweisen.

Unter „Performance“ wird das Zeitverhalten, d.h. die Antwort- und Verarbeitungszeiten sowie das Verbrauchsverhalten, d.h. die Bereitstellung von Ressourcen verstanden. Funktionalität bezeichnet die korrekte und angemessen genaue Bereitstellung der definierten Ergebnisse. Die Funktionalität muss der Aufgabe angemessen sein und modular erweitert oder reduziert werden können. Die Benutzung des Cloud Services muss für den Nutzer verständlich, leicht erlernbar und attraktiv im Vergleich zu den Alternativen sein. Eine Migration bereits vorhandener Daten in die Cloud sollte für den Nutzer möglich sein. Der Service sollte standardisierte Schnittstellen

aufweisen, um eine einfache Portierung auf andere Systeme oder die Rückführung der Daten zu gewährleisten. Des Weiteren muss der Cloud Service in bestehende Geschäftsprozesse integriert werden können.

Die Kategorie „Recht, Datenschutz und Compliance“ beinhaltet zunächst die Fixierung aller Serviceinhalte und Eigenschaften in Service Level Agreements. Weiterhin muss das Bundesdatenschutzgesetz eingehalten werden, wenn personenbezogene Daten verwendet werden. Es muss darüber hinaus ein angemessenes Datenschutzniveau sowie die Einhaltung aller produkt-, orts- und branchenspezifischen sowie Compliance-Anforderungen sichergestellt werden. Dem Kunden muss jederzeit Auskunft über den physikalischen Speicherort seiner Kundendaten und die geltenden Rechtsvorschriften gegeben werden können.

In der „Kosten“-Kategorie beinhaltet die Anforderung nach flexiblen Preisoptionen, die Erwartung verschiedener Abrechnungsmodelle und die Möglichkeit zwischen diesen zu wechseln. Unter der Kostentransparenz werden die Bereitstellung eines detaillierten Servicekatalogs sowie eine genaue Aufschlüsselung der entstehenden Kosten verstanden. Zuletzt muss die Nutzung eines Cloud Services Kostenvorteile gegenüber Alternativlösungen bieten.

In der Kategorie „Support und Kooperation“ wird eine angemessene Unterstützung durch den Anbieter gefordert. Hierbei sollen verschiedene Supportstufen angeboten werden. Unter Kooperation werden die Fähigkeit und der Willen eines Anbieters verstanden, auf Kundenwünsche bezüglich Anpassungen und Änderungen des Angebots und der Angebotsbedingungen einzugehen. Der Cloud Service soll weiterhin durch einen unabhängigen Dritten zertifiziert sein und dem Kunden die Möglichkeit bieten, selbst Audits durchzuführen, um die Einhaltung der Vereinbarungen zu prüfen. Zuletzt muss der Kunde die Möglichkeit haben, die Services im Rahmen einer Demoversion zu testen.

Die Kategorie „Transparenz und Organisation des Anbieters“ behandelt die Auskunft der Rechts- und Besitzverhältnisse, der finanziellen Stabilität, der Reputation und der Referenzkunden des Anbieters. Des Weiteren müssen Subunternehmer offengelegt werden, um auch diese auf die Einhaltung der Anforderungen überprüfen zu können. Der Anbieter sollte standardisierte Management-Prozesse, z.B. in den Bereichen des Notfall-, Capacity- und Qualitätsmanagements einsetzen. Weiterhin sollten die internen Geschäftsprozesse definiert und effizient implementiert sein.

Kategorie		Anforderung	Wissenschaft	Praxismodell	Interview	Umfrage (Ø)
Informationssicherheit	1.	Sicherheitsarchitektur	•	•	•	4,78
	2.	Sicherheitsmanagement beim Anbieter	•	•		4,47
	3.	Zugriffsschutz	•	•	•	4,88
	4.	Verschlüsselung	•	•	•	4,62
	5.	Mandantenfähigkeit / Isolation	•	•	•	4,62
	6.	Datenentsorgung	•	•	•	4,72
	7.	Vertrauenswürdigen Personal	•	•		4,61
	8.	Integrität	•	•		4,68

Kategorie		Anforderung	Wissenschaft	Praxismodell	Interview	Umfrage (Ø)
	9.	Verfügbarkeit	•	•	•	4,77
	10.	Offline Verfügbarkeit der Daten			•	3,41
	11.	Zuverlässigkeit	•	•	•	4,81
	12.	Unsichtbare Wartung	•		•	3,90
	13.	Skalierbarkeit	•	•	•	4,45
	14.	Monitoring und Security Incident Management	•	•	•	4,65
	15.	Business Continuity Management	•	•	•	4,56
<b>Performance &amp; Usability</b>	16.	Performance	•	•	•	4,59
	17.	Funktionalität	•	•	•	4,48
	18.	Usability	•	•	•	4,29
	19.	Datenmigration	•	•	•	3,94
	20.	Portabilität	•	•	•	4,47
	21.	Interoperabilität	•	•	•	4,35
<b>Recht, Datenschutz und Compliance</b>	22.	Service Level Agreements	•	•	•	4,57
	23.	Bundesdatenschutzgesetz	•	•	•	4,50
	24.	Angemessenes Datenschutzniveau	•	•	•	4,33
	25.	Transparenz des physikalischen Speicherorts	•	•	•	4,06
	26.	Compliance	•	•	•	4,38
<b>Kosten</b>	27.	Flexible Preisoptionen		•		4,10
	28.	Kostentransparenz	•	•	•	4,28
	29.	Kostenvorteil	•	•	•	4,22
<b>Support &amp; Kooperation</b>	30.	Support	•	•	•	4,42
	31.	Kooperation		•	•	4,07
	32.	Cloud Zertifizierung	•	•	•	3,63
	33.	Auditierbarkeit	•	•	•	3,73
	34.	Demoversion des Services			•	4,03
<b>Transparenz und Organisation des Anbieters</b>	35.	Rechts- und Besitzverhältnisse		•		3,76
	36.	Finanzielle Stabilität		•		4,19
	37.	Reputation des Anbieter	•	•	•	4,25
	38.	Referenzkunden	•		•	4,14
	39.	Offenlegung von Subunternehmern	•		•	3,69
	40.	Standardisierte Management-Prozesse	•	•		4,04
	41.	Strukturierte interne Organisation			•	4,32

Tabelle 1: Anforderungsmodell an einen Cloud Computing Anbieter

Zur Evaluation eines Anbieters können aus dem Anforderungsmodell die Anforderungen ausgewählt werden, welche für den Nutzer zur Umsetzung seines Projektes erfüllt sein müssen oder sollen. Weiterhin können diese priorisiert oder als Pflichtanforderungen definiert werden. Anschließend kann mit Hilfe der Erläuterung der Anforderungen ein Cloud Computing Anbieter auf die Einhaltung dieser evaluiert werden. Dies macht es möglich, Anbieter anhand einer Liste auf detaillierter Ebene zu vergleichen und den am besten geeigneten Anbieter herauszufiltern. Auch lassen sich Schwächen des Anbieters schon vor dem Einsatz aufdecken.

Weiterhin können Anbieter anhand des Anforderungsmodells Kundenwünsche identifizieren, die noch nicht oder unzureichend erfüllt werden. Dies ermöglicht eine Selbstbewertung der angebotenen Services und die gezielte Verbesserung bei noch unzureichendem Erfüllungsgrad.

## 5 Ergebnisse und Ausblick

In dieser Arbeit wurde die Entwicklung eines Modells der Anforderungen an Cloud Computing Anbieter unter Berücksichtigung mehrerer Quellen aufgezeigt. Mit Hilfe dieses Modells können potentielle Cloud Computing Nutzer ihre individuellen Anforderungen ermitteln, gewichten und darauf aufbauend einen Anbieter hinsichtlich dieser Anforderungen evaluieren. Die bisher unklare Situation bezüglich Anforderungen beim Einsatz von Cloud Computing wird in ein Modell überführt, durch welches mit Hilfe einer definierten Strukturierung der Anforderungen in unterschiedlichen Detaillierungsgraden die Komplexität reduziert werden kann. Dies ermöglicht auch Nutzern mit geringen IT-Kenntnissen die Einschätzung ihrer Anforderungen sowie die Überprüfung eines Anbieters auf diese. Somit ist es ihnen möglich, Entscheidungen über den Einsatz von Anbietern auf Grundlage der Erfüllung ihrer Anforderungen zu treffen.

Anbieter können mit diesem Modell den Erfüllungsgrad der Anforderungen ihrer Produkte evaluieren. Es ermöglicht somit die Identifizierung und Behebung von Schwachstellen. Ferner kann auch die Transparenz der Anforderungen für Anwender überprüft werden.

Allerdings sind für die Anwendung des Anforderungsmodells Einschränkungen zu treffen. So sind im Modell weitestgehend nicht-funktionale Anforderungen abgedeckt. Funktionale Anforderungen sind sehr individuell und müssen spezifisch nach Einsatzzweck überprüft werden. Ferner können weitere, im Modell noch nicht berücksichtigte, Anforderungen auftreten. In diesem Modell wurden die zum Entwicklungszeitpunkt identifizierbaren Anforderungen aufgenommen, welche sich aber im Laufe der Entwicklung von Cloud Computing ändern oder erweitern können. Auch fachspezifische Anforderungen, z.B. an Gesundheitsdaten oder bestimmte Pflichten von Organisationsformen wurden nicht berücksichtigt. Diese müssen zusätzlich überprüft werden. Bei dem Anforderungsmodell wurde sich an deutschen Gesetzen und Normen orientiert. Die Ansprüche in Bezug auf Sicherheit und Datenschutz sind hier als sehr hoch einzustufen; bei Verwendung des Modells in anderen Ländern muss dennoch die Übertragbarkeit beachtet werden.

Cloud Computing ist ein sehr dynamisches Thema im Bereich der Forschung und praktischen Weiterentwicklung. Das Anforderungsmodell kann als Entscheidungshilfe und Bewertungsgrundlage dienen, es sollte aber stets eine individuelle Prüfung auf nicht enthaltene Anforderungen erfolgen.

## 6 Literatur

- [1] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, A. D; H.Katz, R; Konwinski, A; et al. (2010): A View of Cloud Computing. *Communication of the ACM* 53(4): 50-58.
- [2] BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2009): *Cloud Computing - Evolution in der Technik, Revolution im Business*. BITKOM, Berlin.
- [3] Bose, R; Luo, X (2011): Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization – A theoretical perspective. *Journal of Strategic Information Systems* 20(1): 38-54.
- [4] CIO.de (2010): Prognose für 2015 - 9 Prozent des IT-Budgets für Cloud Computing: [http://www.cio.de/was\\_ist\\_cloud\\_computing/2250519/](http://www.cio.de/was_ist_cloud_computing/2250519/). Abgerufen am 16. 08 2011.
- [5] Deloitte; BITKOM (2011): *Cloud Computing in Deutschland*: [http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Austria/Local%20Assets/Documents/Studien/TMT/DE\\_TMT\\_Cloud\\_Computing\\_19012011.pdf](http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Austria/Local%20Assets/Documents/Studien/TMT/DE_TMT_Cloud_Computing_19012011.pdf). Abgerufen am 16. 08 2011.
- [6] European Commission (2011): *Cloud Computing: Public Consultation Report*. [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/cloudcomputing/docs/ccconsultation\\_finalreport.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/cloudcomputing/docs/ccconsultation_finalreport.pdf). Abgerufen am 14.12.2011
- [7] Foster, I; Zhao, Y; Raicu, I; & Lu, S (2008): Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. *Grid Computing Environments Workshop*: 1-10.
- [8] Gull, D; Wehrmann, A (2009): Optimierte Softwarelizenzierung – Kombinierte Lizenztypen im Lizenzportfolio. *Wirtschaftsinformatik* 51(4): 324-334.
- [9] IDC (2009): IDC-Studie: Cloud Computing in Deutschland ist noch nicht angekommen. [http://www.idc.de/press/presse\\_cloudcomp.jsp](http://www.idc.de/press/presse_cloudcomp.jsp). Abgerufen am 16. 08 2011.
- [10] Kamal, M; Andre, C; Augustyn, M (2011): Using Cloud-based Applications to Facilitate IT Adoption in Microenterprises. *MWAIS 2011 Proceedings*. Paper 4.
- [11] Martens, B; Teuteberg, F (2011): Risk and Compliance Management for Cloud Computing Services: Designing a Reference Model. *AMCIS 2011 Proceedings - All Submissions*. Paper 228.
- [12] National Institute of Standards and Technology (2011): *The NIST Definition of Cloud Computing*. [http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145\\_cloud-definition.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf). Abgerufen am 20. 06 2011.
- [13] Unal, E; Yates, D (2010): Enterprise Fraud Management using Cloud Computing: A Cost-Benefit Analysis Framework. *ECIS 2010 Proceedings*. Paper 144.
- [14] Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (2009): *Teilranking Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement*. <http://vhbonline.org/service/jourqual/jq2/teilranking-wirtschaftsinformatik-und-informationsmanagement/>. Abgerufen am 16. 08 2011.
- [15] Webster, J; Watson, R. T (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26(2): 13-23.

- [16] Weinhardt, C; Anandasivam, A; Blau, B; Borissov, N; Meinel, T; Michalk, W; et al. (2009): Cloud-Computing – Eine Abgrenzung, Geschäftsmodelle und Forschungsgebiete. *Wirtschaftsinformatik* 51(5): 453-461.
- [17] *Wirtschaftsinformatik*(2008): WI-Orientierungslisten. *Wirtschaftsinformatik* 50(2): 155-163.
- [18] wiwo.de (2010): Wirtschaftspotenzial von 180 Milliarden durch Cloud Computing. <http://www.wiwo.de/technik-wissen/wirtschaftspotenzial-von-180-milliarden-durch-cloud-computing-449449/>. Abgerufen am 16. 08 2011.

# SaaS-Geschäftsmodelle: Alle gleich, alle verschieden?

**Claus-Peter H. Ernst**

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL,  
55128 Mainz, E-Mail: ernstcp@uni-mainz.de

**Franz Rothlauf**

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL,  
55128 Mainz, E-Mail: rothlauf@uni-mainz.de

## Abstract

Dieser Beitrag untersucht, ob ein allgemein gültiges SaaS-Geschäftsmodell existiert oder Unterschiede zwischen einzelnen SaaS-Anbietern bestehen. Gestützt wird sich auf die relevante Literatur, der Betrachtung von 200 ausgewählten SaaS-Unternehmen sowie einer Fallstudienanalyse. Es zeigt sich, dass lediglich die Distributions- und Erlösmodelle von SaaS-Anbietern in der Regel fix sind; alle anderen Partialmodelle weisen mindestens teilweise variable Ausprägungen auf. So existiert nicht ein einziges, sondern eine Vielzahl verschiedener SaaS-Geschäftsmodelle. Diese Freiheit bedeutet für Anbieter ein großes Potenzial für die Schaffung individueller SaaS-Geschäftsmodelle und bei der Positionierung am Markt; viele Möglichkeiten der Abgrenzung gegenüber alternativen SaaS-Lösungen und auch der konventionellen Konkurrenz werden ermöglicht.

## 1 Einführung

Der Markt für Software as a Service (SaaS) ist sehr uneinheitlich. Es gibt sehr große Anbieter [13] und ganz kleine [14]. Die zur Verfügung gestellte Software ist branchenübergreifend, bedient Geschäfts- und Privatkunden [18] und reicht von kleinen Speziallösungen [16] bis hin zu kompletten Office-Applikationen [15].

Dieser Beitrag analysiert die Geschäftsmodelle von SaaS-Anbietern. Die Geschäftsmodelldefinition von Wirtz [21] zugrunde legend wird untersucht, ob ein allgemein gültiges SaaS-Geschäftsmodell existiert oder ob es vielmehr von fixen und variablen Ausprägungen der Partialmodelle determiniert wird. So werden zunächst die Begriffe SaaS und Geschäftsmodell als solche bestimmt, um anschließend die festgestellten SaaS-Ausprägungen der Geschäftsmodell-Partialmodelle nach Wirtz [21] zu beschreiben. Gestützt wird sich dabei auf die in der Literatur beschriebenen Eigenschaften und Besonderheiten von SaaS, einer Betrachtung von über 200 SaaS-Unternehmen sowie einer durchgeführten Fallstudienanalyse.

## 2 Begriffsbestimmungen

### 2.1 SaaS

SaaS beschreibt grundsätzlich Software, welche als bzw. wie eine Dienstleistung angeboten wird.<sup>1</sup> Software ist dabei die „Gesamtheit der für ein >Informations- und Kommunikationssystem als ‚immaterielle Güter‘ zur Verfügung gestellten und dokumentierten >Programme und Programmierhilfen“ ([7], S. 472).<sup>2</sup>

Für Dienstleistungen existiert dagegen in der wissenschaftlichen Literatur keine einheitliche Definition (vgl. bspw. [6]). Allerdings werden die zwei wesentlichen Eigenschaften von Dienstleistungen, Immaterialität und Integration eines externen Faktors, einheitlich identifiziert [vgl. bspw. [3] & [11]].

Infolge der Immaterialität sind Dienstleistungen intangibel, nicht mittels der Sinneseindrücke wahrnehmbar, nicht lagerbar und nicht transportfähig. Daher existiert zu keiner Zeit ein vom Anbieter zum Nachfrager wechselndes Transferprodukt, weshalb mit dem Erwerb der Leistung auch kein Eigentumstransfer verbunden ist [6]. Die Integration eines externen Faktors bedingt, dass entweder der Nachfrager selbst oder ein ihm gehörendes Objekt am Prozess beteiligt ist [5]. Anstatt eigentlicher Rohstoffe wird mindestens eine Person oder ein Objekt von außen eingebracht, an welcher/welchem die Leistung erstellt wird [10].

### 2.2 Geschäftsmodell

In der Literatur werden zahlreiche Geschäftsmodell-Definitionen beschrieben und diskutiert; aufgrund von dessen Popularität und häufiger Verwendung bezieht sich dieser Beitrag auf den Ansatz von Wirtz [21].

*„Mit dem Begriff Geschäftsmodell (Business Model) wird die Abbildung des betrieblichen Produktions- und Leistungssystems einer Unternehmung bezeichnet. Durch ein Geschäftsmodell wird in stark vereinfachter und aggregierter Form abgebildet, welche Ressourcen in die Unternehmung fließen und wie diese durch den innerbetrieblichen Leistungserstellungsprozeß [sic] in vermarktungsfähige Informationen, Produkte und/oder Dienstleistungen transformiert werden. Ein Geschäftsmodell enthält damit Aussagen darüber, durch welche Kombination von Produktionsfaktoren die Geschäftsstrategie eines Unternehmens umgesetzt werden soll und welche Funktionen den involvierten Akteuren dabei zukommen.“ ([21], S. 211).*

Geschäftsmodelle aggregieren dabei die relevanten Aspekte aus den betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen in Form von sechs entsprechenden Partialmodellen. Diese bilden in ihrer Gesamtheit das integrierte Geschäftsmodell (vgl. Bild 1).

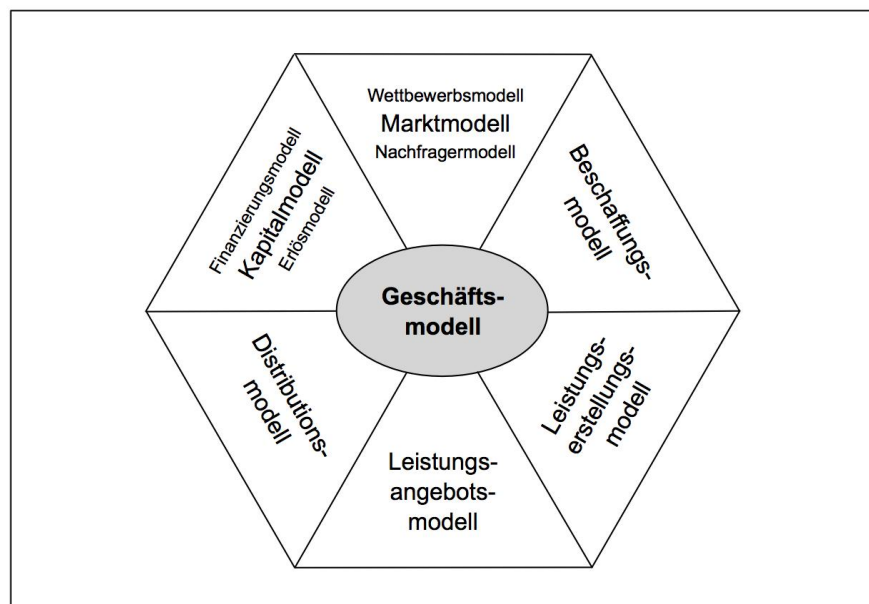
- Das Marktmodell (Partialmodell 1) lässt sich dabei in Wettbewerbs- und Nachfragermodell untergliedern. Das Wettbewerbsmodell beschreibt hierbei das Wettbewerbsumfeld der Unternehmung. Von Bedeutung sind die Struktur der Märkte und das jeweilige Marktverhalten Dritter (bspw. Lieferanten und Wettbewerber). Das Nachfragermodell beschäftigt sich damit, wer welches Produkt in welcher Menge mit welcher Preisbereitschaft nachfragt und ermöglicht damit auch eine Segmentierung des Marktes.

<sup>1</sup> Auf eine genauere Definition wird hier im Hinblick auf Redundanzen mit Abschnitt 3 verzichtet.

<sup>2</sup> Hervorhebungen und Markierungen im Original.



- Das Beschaffungsmodell (Partialmodell 2) gibt Auskunft über Art und Menge der Inputfaktoren, welche für die beabsichtigten Produktionsmengen benötigt und von welchen Lieferanten diese bezogen werden.
- Das Leistungserstellungsmodell (Partialmodell 3) beschreibt die Kombination von Gütern und Dienstleistungen sowie deren Transformation zur fertigen Leistung.
- Das Leistungsangebotsmodell (Partialmodell 4) legt fest, welche Leistung welchem Nachfrager bzw. welcher Nachfragergruppe angeboten wird.
- Das Distributionsmodell (Partialmodell 5) zeigt, auf welche Weise welche Leistung in welcher Zeit zu welchem Preis zum Nachfrager transportiert wird.
- Das Kapitalmodell (Partialmodell 6) untergliedert sich in Finanzierungs- und Erlösmodell. Während sich das Finanzierungsmodell mit den Finanzierungsquellen des Unternehmens beschäftigt, beantwortet das Erlösmodell die Frage, auf welche Arten das Unternehmen Erlöse erzielt.



**Bild 1:** Partialmodelle eines integrierten Geschäftsmodells ([21], S. 211).

### 3 Ausprägungen der SaaS-Partialmodelle

In diesem Abschnitt erfolgt eine Darstellung der sechs Partialmodelle von SaaS-Geschäftsmodellen. Dafür werden jeweils relevante Erkenntnisse aus der Literatur beschrieben. Ergänzend erfolgt die Darstellung der Ergebnisse einer Analyse der Webseiten von über 200 im Internet recherchierter SaaS-Unternehmen.<sup>3</sup> Schließlich werden noch die Erkenntnisse einer durchgeführten qualitativen multiplen Fallstudienuntersuchung miteinbezogen. Diese wurde auf

<sup>3</sup> Bei der Identifikation der Anbieter wurde sich zum größten Teil auf den Lösungskatalog des SaaS-Forums [17] gestützt. Ergänzende Anbieter wurden über Internet-Suchmaschinen identifiziert. Insgesamt ergab sich so eine Stichprobe mit (inter-) national tätigen SaaS-Unternehmen aller Größen und einer Vielzahl von Branchen. Deren Webseiten wurden vollständig nach relevanten Informationen bezüglich der verwendeten Geschäftsmodelle manuell durchsucht.

Basis von zwei offenen, semi-strukturierten, persönlichen Experteninterviews mit Führungskräften zweier führender SaaS-Unternehmen sowie einer Dokumentenanalyse durchgeführt (siehe [12] & [22]).<sup>4</sup>

### 3.1 Distributionsmodell

SaaS ermöglicht Privat- wie Geschäftskunden, Software aus der eigenen IT-Umgebung auszulagern und über das Internet zu betreiben (vgl. bspw. [2]). Um die Software zu nutzen, reicht typischerweise ein mit dem Internet verbundener PC mit Webbrowser aus, so dass zusätzliche Hard- und Softwareinstallationen auf Kundenseite entfallen können. Der Kunde vollzieht den Softwarebetrieb und -zugriff vollständig über das Internet, während die eigentliche Ausführung der Applikation auf den eigenen oder ebenfalls angemieteten Servern des SaaS-Anbieters erfolgt (vgl. bspw. [8]).

Die durchgeführte Webseitenanalyse stützt dies. Zwar stellt SaaS bei einer Vielzahl der identifizierten Anbieter lediglich eine Betriebsoption neben anderen Geschäftsmodellen dar; die SaaS-Lösungen werden jedoch immer über das Internet zur Verfügung gestellt (vgl. bspw. [13] & [15]).

Auch die Ergebnisse der Fallstudie stützen dieses Ergebnis. So lassen sich die Lösungen beider betrachteter Anbieter über das Internet beziehen und vollständig mittels Webbrowser nutzen. Somit lässt sich das Distributionsmodell von SaaS-Anbietern einheitlich durch das zur Verfügung stellen der Softwareanwendungen über das Internet beschreiben.

### 3.2 Leistungsangebotsmodell

Das Angebot einer vollständigen Auslagerung des Betriebes von Software bedingt zudem auch noch begleitende Dienstleistungen unter anderem in den Bereichen Einführung, Betrieb, Wartung, Aktualisierung, Betreuung und Problembeseitigung (vgl. bspw. [20]). Die Verwendung einer Multi-Tenant-Architektur ermöglicht es, dass verschiedene Benutzer dieselbe Anwendung auf einer gemeinsamen Infrastruktur nutzen, wodurch Anbieter positive Skaleneffekte im Betrieb realisieren können (siehe z. B. [8] & [4]). Allerdings existiert keine typische SaaS-Software (vgl. bspw. [2]).

Obwohl die betrachteten Unternehmens-Webseiten nur unregelmäßig die Verwendung einer Multi-Tenant-Architektur beschrieben, erscheint eine regelmäßige Verwendung aufgrund der damit realisierbaren Skaleneffekte jedoch wahrscheinlich. Regelmäßig wird dagegen explizit auf verschiedene, sich mitunter zwischen den Unternehmen auch unterscheidende, begleitende Dienstleistungen hingewiesen. Die Bandbreite der angebotenen Software bestärkt zudem den Schluss, dass SaaS-Lösungen keineswegs auf bestimmte Softwaretypen festgelegt sind, sondern vielmehr für eine große Bandbreite an Software Verwendung finden (siehe bspw. auch [13], [16] & [15]).

Die Interviewpartner beider betrachteten Fälle betonten ihre Bemühungen bei Einführung, Betrieb, Wartung, Aktualisierung, Betreuung, Problembeseitigung und weiteren begleitenden Dienstleistungen. Beide bieten verschiedene Softwaretypen als SaaS-Lösung an, verwendeten jedoch einheitlich eine Multi-Tenant-Architektur.

---

<sup>4</sup> Aufgrund einer Anonymitätszusicherung muss auf Details, welche einen Rückschluss auf die Unternehmen erlauben würden, verzichtet werden.

Zusammenfassend besteht das Leistungsangebotsmodell von SaaS-Anbietern sowohl aus fixen als auch variablen Bestandteilen. So besteht die angebotene Leistung in der Regel aus dem eigentlichen Auslagern des Softwarebetriebs auf Basis einer Multi-Tenant-Architektur. Hinzu kommen begleitende, durchaus variabel ausgestaltete Dienstleistungen. Die hauptsächliche variable Ausgestaltung des Leistungsangebots besteht jedoch durch die Software, da keine typische SaaS-Software existiert.

### 3.3 Marktmodell

Aufgrund des zuvor festgestellten Fehlens typischer Softwaretypen lassen sich für SaaS auch keine unternehmensübergreifenden Marktstrukturen bestimmen. So existieren infolge der unterschiedlichen Zielgruppen von unterschiedlichen Softwarelösungen keine SaaS-unternehmensübergreifenden einheitlichen Nachfrager. Ebenfalls existieren keine einheitlichen Wettbewerber, da bspw. Anbieter einer SaaS-Textverarbeitungslösung nicht im Wettbewerb mit allen anderen SaaS-Unternehmen, sondern vielmehr mit Anbietern alternativer Textverarbeitungssoftware stehen.

Auch betonen beide Interviewpartner, dass sie nicht mit allen SaaS-Anbietern im Wettbewerb stehen. Vielmehr sehen sie Unternehmen mit ähnlicher Software unabhängig von deren Geschäftsmodell als Konkurrenten. Zusammenfassend bedingt die Heterogenität der angebotenen Software, dass keine Nachfrager, Wettbewerber und Marktstrukturen SaaS-unternehmensübergreifend existieren und somit das Marktmodell von SaaS-Anbietern variabel ist.

### 3.4 Kapitalmodell

In der Literatur wird regelmäßig beschrieben, dass SaaS in der Regel verbrauchs-, nutzungsabhängige sowie zeitbasierte On-Demand-Mietmodelle verwendet (siehe bspw. [19] & [2]). Auch die Betrachtung der über 200 SaaS-Unternehmen stützt dies im Kern. So konnten nur wenige Unternehmen identifiziert werden, welche alternative Zahlungsströme aufwiesen (siehe bspw. [16] und vgl. [9]). So erzielt ein SaaS-Anbieter in der Regel keine hohen Einmalzahlungen, sondern berechnet regelmäßig wiederkehrende Nutzungsgebühren.

Auch die beiden betrachteten Fälle verwenden ein On-Demand-Mietmodell. So bestimmte sich der aufgerufene Preis nach der Anzahl der gemieteten Lizenzen, dem genutzten Funktionsumfang sowie dem Bezugszeitraum. So lässt sich das Erlösmodell von SaaS-Anbietern in der Regel aus Mietgebühren für die gemieteten Softwarekomponenten und Serviceleistungen im Bezugszeitraum beschreiben.

Dagegen finden sich in der relevanten Literatur keine Angaben zu typischen oder regelmäßig verwendeten Finanzierungsausgestaltungen (siehe bspw. [19] & [2]). Die Webseiten der über 200 betrachteten Unternehmen liefern wenn nur indirekte Hinweise auf die Art der Finanzierung, so dass sich hierüber keine verlässlichen Informationen gewinnen lassen.

Allerdings sprechen die beiden betrachteten Fälle für eine Variabilität von SaaS-Finanzierungsmodellen. So finanzierte sich ein Unternehmen durch eingebrachtes Kapital der Gründer sowie Gelder externer Investoren und hatte so genügend finanzielle Mittel für teure Softwareeigenentwicklungen (siehe hierzu bspw. [1]). Zudem stand auf diese Weise ausreichend Kapital für die Kundenakquise zur Verfügung, weshalb auch ein direkter Verkauf möglich wurde. Das andere Unternehmen vermied dagegen einen Großteil seiner Anfangsinvestitionen. Durch den Lizenzkauf von Fremdsoftware konnten hohe initiale Entwicklungskosten gegen variable Lizenzkosten

getauscht werden. Durch den Verkauf über Reseller konnte zudem auf ein Netzwerk bestehender potentieller Kunden zurückgegriffen werden, wodurch eigene Akquisekosten auf ein Minimum beschränkt wurden. Zusammenfassend lässt sich auf Basis der betrachteten Fälle feststellen, dass variable Ausgestaltungen des Finanzierungsmodells existent sind.

Insgesamt ist das Kapitalmodell von SaaS-Geschäftsmodellen als teils variabel und teils fix einzuschätzen. Während das Erlösmodell in der Regel aus On-Demand-Mietmodellen zu bestehen scheint, sprechen die Ergebnisse der Fallstudie für eine Variabilität des Finanzierungsmodells.

### **3.5 Beschaffungs- und Leistungserstellungsmodell**

In der relevanten Literatur finden sich keine Aussagen über eine typische Art und Weise der Beschaffung und Leistungserstellung (siehe bspw. [19], [20] & [2]). Anhand der betrachteten Webseiten lässt sich jedoch feststellen, dass die angebotenen SaaS-Softwareprodukte sowohl aus Fremd- als auch Eigenentwicklungen bestehen.

Wie bereits beschrieben, konnte die gleiche Beobachtung auch bei den beiden im Rahmen der Fallstudienanalyse betrachteten Unternehmen gemacht werden. Während ein Unternehmen die Software seiner SaaS-Lösung selbst erstellte, beschaffte das andere die zugrunde liegende Software von einem Dritthersteller. Insgesamt sprechen diese einheitlichen Beobachtungen daher für eine Variabilität der Beschaffungs- und Leistungserstellungsmodelle von SaaS-Anbietern.

### **3.6 Zusammenfassung**

Anhand der vorherigen Überlegungen wird deutlich, dass es kein SaaS-Geschäftsmodell als solches gibt. Vielmehr ist eine Vielzahl verschiedener Ausgestaltungen denkbar bzw. existent.

So ist weder die Ausgestaltung der Finanzierung, noch der Leistungserstellung oder der Beschaffung fest vorgegeben. Ebenso sind Art und Funktionen der angebotenen Software nicht allgemein festgelegt, so dass weder ein typisches Leistungsangebotsmodell noch unternehmensübergreifende Nachfrager, Wettbewerber, Lieferanten oder Marktstrukturen existieren.

Lediglich das Distributionsmodell und das Erlösmodell als Teilmodell des Kapitalmodells sind fix. So haben alle SaaS-Geschäftsmodelle typischerweise nur den Softwarebetrieb über das Internet sowie die Erlösgenerierung über On-Demand-Mietmodelle gemein.

## **4 Erkenntnisse und Fazit**

Dieser Beitrag stellt fest, dass es kein allgemein gültiges SaaS-Geschäftsmodell als solches gibt, sondern vielmehr eine Vielzahl von verschiedenen SaaS-Geschäftsmodellen denkbar bzw. existent ist. Jene haben lediglich gemein, dass sie einen Softwarebetrieb über das Internet ermöglichen und ihre Erlöse in der Regel über Mietgebühren für die gemieteten Softwarekomponenten und Serviceleistungen im Bezugszeitraum generieren.

Andere zentrale Charakteristiken eines Geschäftsmodells hingegen sind bei SaaS variabel. So ist weder die Ausgestaltung der Finanzierung noch die der Beschaffung oder Leistungserstellung determiniert. Ebenso sind die Art der angebotenen Software sowie deren Funktionen nicht allgemein festgelegt, so dass keine Nachfrager, Wettbewerber, Lieferanten oder Marktstrukturen SaaS-unternehmensübergreifend existieren.

Dies bedeutet für Anbieter eine große Freiheit bei der Schaffung individueller SaaS-Geschäftsmodelle und deren Positionierung am Markt; eine Abgrenzung gegenüber alternativen SaaS-Lösungen und auch der konventionellen Konkurrenz wird ermöglicht. Ergänzend bleibt auch Raum für die Adaption und Schaffung zukünftiger Innovationen. Aufgrund des jungen Alters von SaaS-Geschäftsmodellen ist allerdings denkbar, dass sich der SaaS-Markt in Zukunft verändert und sich spezifische Ausgestaltungen der Geschäftsmodelle durchsetzen; eine regelmäßige Überprüfung der Partialmodelle erscheint deshalb sinnvoll.

## 5 Literatur

- [1] Boehm, BW (1981): Software engineering economics. Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ.
- [2] Buxmann, P; Hess, T (2008): Software as a Service. *Wirtschaftsinformatik* 50(6): 500-503.
- [3] Corsten, H (2001): Dienstleistungsmanagement. 4. Auflage. Oldenbourg, München.
- [4] Dömer, F; Junker, J (2009): Trends im Informationsmanagement. *IM Information Management & Consulting* 24(4): S. 6-13.
- [5] Engelhardt, WH (1989): Dienstleistungsorientiertes Marketing. Antwort auf die Herausforderung durch neue Technologien. In: Adam, D; Backhaus, K; Meffert, H; Wager, H (Hrsg.), *Integration und Flexibilität. Eine Herausforderung für die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. Gabler, Wiesbaden: 269-288.
- [6] Haller, S (2005): Dienstleistungsmanagement. Grundlagen, Konzepte, Instrumente. 3. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [7] Heinrich, LJ; Roithmayr, F (1995): Wirtschaftsinformatik-Lexikon. 5. Auflage. Oldenbourg, München.
- [8] Höß, O; Weisbecker, A; Spath, D (2008): Software as a Service. Potentiale, Risiken und Trends. *IM Information Management & Consulting* 23(4): 6-11.
- [9] Lehmann, S; Draisbach, T; Koll, C; Buxmann, P; Diefenbach, H (2010): Preisgestaltung für Software-as-a-Service. Ergebnisse einer empirischen Analyse mit Fokus auf nutzungsabhängige Preismodelle. In: Proceedings zur Teilkonferenz „Software-Industrie“ der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2010. Göttingen.
- [10] Maleri, R; Frietzsche, U (2008): Grundzüge der Dienstleistungsproduktion. 5. Auflage. Springer, Berlin.
- [11] Meffert, H; Bruhn, M (2006): Dienstleistungsmarketing. Grundlagen, Konzepte, Methoden. 5. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [12] Miles, MB; Huberman, AM (1994): Qualitative Data Analysis. An Expanded Sourcebook. 2. Auflage. SAGE, Thousand Oaks/California.
- [13] OV (2011): CRM, die Cloud und das Social Enterprise - salesforce.com Deutschland. <http://www.salesforce.com/de>. Abgerufen am 17.09.2011.
- [14] OV (2011): Kunden verwalten, Rechnung schreiben, Zeiten erfassen | FastBill.com. <http://www.fastbill.com>. Abgerufen am 17.09.2011.

- [15] OV (2011): Microsoft Office 365 - Komplettlösung für kleine und mittelständische Unternehmen. <http://www.microsoft.com/de-de/office365/online-software.aspx>. Abgerufen am 17.09.2011.
- [16] OV (2011): Mirtschink & Jeglinsky GbR: ABZware. <http://www.mj-saw.de/loesungen/abzware.cgi>. Abgerufen am 17.09.2011.
- [17] OV (2011): SaaS Software-as-a-Service Cloud Computing Lösungskatalog. <http://www.saas-forum.net/anwendungen.html>. Abgerufen am 10.02.2011.
- [18] OV (2011): Virtuelles Büro. <http://de.contactoffice.com/virtual-office/de/solutions/virtual-office.jsp>. Abgerufen am 17.02.2011.
- [19] Repschläger, J; Pannicke, D; Zarnekow, R (2010): Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle und Entwicklungspotenziale. HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik 275: 6-15.
- [20] Schnieder, A (2008): Von ASP zu SaaS. Die Zeit ist reif für Software als Dienstleistung. IM Information Management & Consulting 23(4): 26-29.
- [21] Wirtz, BW (2001): Electronic Business. 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [22] Yin, RK (2003): Case study research: design and methods. 3. Auflage. SAGE, Thousand Oaks/California.

# **Systematisierung und Klassifizierung von ASP, Grid- und Utility-Computing Wertschöpfungsketten für Cloud Computing**

## **Norman Pelzl**

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik II (Unternehmenssoftware), 70174 Stuttgart,  
E-Mail: pelzl@wi.uni-stuttgart.de

## **Andreas Helferich**

Berater für Softwaremanagement, Wartbergstr. 3, 70191 Stuttgart,  
E-Mail: mail@andreashelferich.de

## **Georg Herzwurm**

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik II (Unternehmenssoftware), 70174 Stuttgart,  
E-Mail: herzwurm@wi.uni-stuttgart.de

## **Abstract**

Das Thema Cloud Computing wird umfangreich in wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Medien diskutiert und erhält unter anderem im Rahmen der Diskussion um innovative Geschäftsmodelle weiteren neuen Aufschwung. Ziel dieser Ausarbeitung ist es, Wertschöpfungsketten für Cloud Computing Geschäftsmodelle abzuleiten. Dazu werden die in der Literatur beschriebenen Geschäftsmodelle für ASP, Grid- und Utility-Computing analysiert und die dort vorgestellten Wertschöpfungsketten systematisiert. Auf Basis dieser Systematisierung können idealtypische Wertschöpfungsketten klassifiziert werden, um Empfehlungen für weitere Ausprägungen von Wertschöpfungsketten für Cloud Computing zu geben.

## **1 Einleitung**

Neue Technologien, die sich laufend verändernden Marktbedingungen und der wachsende Druck des globalen Wettbewerbs verlangen von den Unternehmen entscheidende Anpassungen der Geschäftsmodelle [18]. Viele Unternehmen scheitern jedoch daran, ihre Geschäftsmodelle an immer neue Gegebenheiten anzupassen. Die Hauptgründe liegen nach Capgemini [5] an der unterschätzten Relevanz, fehlenden Konsequenz und falschem Fokus. Dabei besteht die Herausforderung darin, Werte bzw. Vorteile für die zu bedienenden Kunden und die adressierten

Unternehmen zu schaffen. Die Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle setzen an den einzelnen Bestandteilen eines Geschäftsmodells an, sowie auch an der stimmigen Gesamtkonfiguration dieser Bestandteile [35]. Eine Möglichkeit ist es dabei, passende Wertschöpfungsketten (WSK) entweder aus bisherigen abzuleiten oder neue zu definieren. In diesem Beitrag werden bestehende ASP, Grid- und Utility-Computing Wertschöpfungsketten untersucht und anschließend dient die Systematisierung und Klassifizierung dazu, Empfehlungen für weitere Ausprägungen von Wertschöpfungsketten zu geben. Damit ist es möglich, eine Ordnung in die verschiedenen Arten von Wertschöpfungsketten zu bringen sowie häufig verwendete Begriffe klarzustellen und einzuordnen.

## 1.1 Cloud Computing und technologische Vorgänger

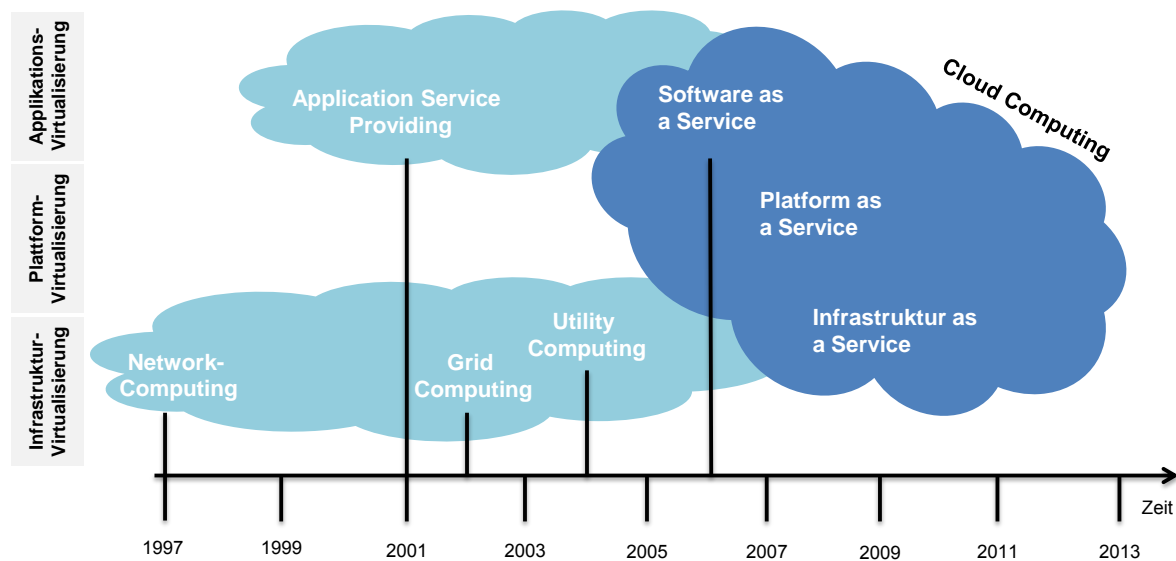
Cloud Computing gilt als Business-Innovator und Hoffnungsträger der IT-Branche und hat das Potenzial, die IT-Industrie nachhaltig zu verändern [23]. Bisweilen wird Cloud Computing sehr unterschiedlich definiert [2]. Beispielsweise bezeichnet IBM Cloud Computing als neues Paradigma der IT nach den Evolutionsschritten des Zentralcomputers (1960) und dem Client/Server-Modell (1985) [37]. Weitere Veröffentlichungen beschreiben Cloud Computing als Kombination von Software-as-a-Service und Utility Computing [1]. Als technologische Vorgänger werden auf der IT-Applikationsebene neben Application Service Providing (ASP) auch Software-as-a-Service (SaaS) gesehen [15][2]. Application Service Providing wird als eine Form des IT-Outsourcings beschrieben, bei dem Leistungen (z.B. Hosting, Support) dem Kunden über das Internet bereitgestellt werden [4]. ASP basierte im Gegensatz zu SaaS auf einem Single-Tenant-Ansatz (oder auch One-to-Many-Ansatz) und konnte damit vorwiegend nur Software-Standardlösungen anbieten. Auf der IT-Infrastrukturebene wurden Network Computing, Grid Computing und Utility Computing als Vorläufer identifiziert [15]. Network Computing sollte die langsamen Desktop-Rechner durch einen schlanken Terminal ersetzen, so dass keine Programme mehr installiert werden mussten, da sie über das Netz bezogen werden. Network Computing hat sich aber nicht ansatzweise als bekanntes Geschäftsmodell etabliert, wurde aber aufgrund der Vollständigkeit mit aufgenommen [9]. Beim Grid Computing werden Rechenkapazitäten über Grenzen hinweg (Standorte oder Organisationseinheiten) gebündelt, um rechenintensive Prozesse effektiver bearbeiten zu können [27]. Grid Computing bezieht seine Rechenkapazität über eine dezentrale Zusammenführung mehrere verschiedener Ressourcenquellen (z.B. privater PCs) [20]. Beim Utility Computing werden IT-Services über das Internet bezogen und verbrauchsabhängig, ähnlich wie Strom, Gas, Wasser und Telefon, abgerechnet. Bei IT-Services kann es sich beispielsweise um Speicherplatz oder Rechenleistung handeln. Cloud Computing schließt hierbei diese beiden Ebenen (Applikations- und Infrastrukturebene) zusammen und erweitert diese noch um eine dritte, die Plattformebene. (siehe Bild 1)

Der vorliegende Beitrag versteht unter Cloud Computing ein selektives IT-Outsourcing bzw. IT-Bereitstellungsmodell [23][24][27], das über die folgenden technologischen Merkmale und Eigenschaften beschrieben wird [2][6][7][8][11][23][27]:

- Um ein hohes Maß an Flexibilität und Verfügbarkeit zu erreichen, sind Cloud Computing-Angebote nach Bedarf skalierbar. So besteht die Möglichkeit, sofort und unbegrenzt den Ressourcenverbrauch anzupassen und somit nach oben und unten zu skalieren.
- Die technische Basis für die Realisierung des Cloud Computing bilden servicebasierte Paradigmen wie Serviceorientierte Architektur und Webservices. Daher zeichnen sich Cloud Computing-Angebote durch eine hohe technische Kompatibilität und Standardisierung aus.

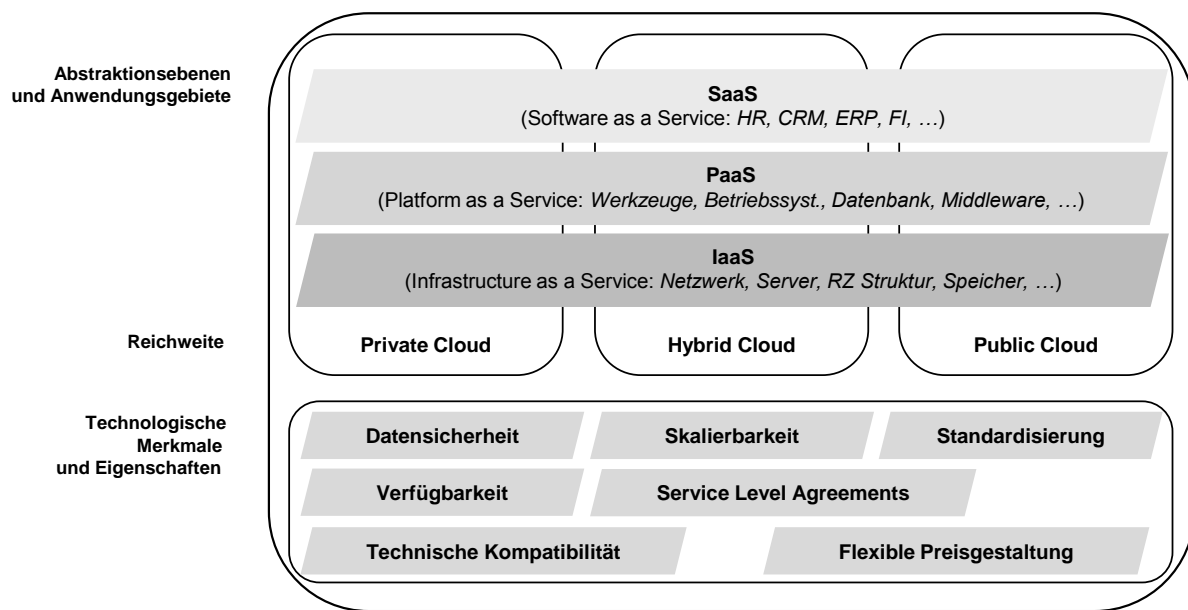


- Die Datensicherheit ist ein sehr viel und kontrovers diskutiertes Merkmal des Cloud Computing. Durch die Möglichkeit, Daten standortunabhängig speichern und verarbeiten zu können, ergeben sich sowohl Vor- als auch Nachteile.
- Cloud Computing-Angebote können verbrauchsabhängig und -unabhängig als Mietmodell abgerechnet werden. Der Anwender bezahlt hier die Services abhängig vom Verbrauch, wobei er diesen an die aktuellen Erfordernisse seiner Anforderungen anpassen kann.
- Das vereinbarte Abrechnungsmodell und die dazugehörigen Leistungen (Performance, Latenzzeiten, Verfügbarkeit etc.) werden beim Cloud Computing über sog. Service Level Agreements (SLAs) vertraglich garantiert.



**Bild 1:** Einordnung von Cloud Computing im Kontext technologischer Vorgänger (in Anlehnung an [15])

Hauptsächliches Strukturierungskriterium für Cloud Computing-Angebote sind ihre Abstraktions-ebenen [23][7]. Bei Diensten auf der Infrastructure as a Service-Ebene (IaaS) stellt der Dienst-leister eine Basisinfrastruktur in Form virtualisierter Hardware zur Verfügung. Kunden können entweder nur die Hardware mieten oder auch auf dieser Infrastruktur-Ebene eigene Dienste (u.a. vollständige Anwendungen) installieren und nutzen. Auf der Platform as a Service-Ebene (PaaS) werden Plattformen (inkl. Betriebssystem, Datenbanken, Middleware usw.) als Entwick-lungsumgebungen für darauf aufsetzende SaaS-Anwendungen bereitgestellt. Auf der Software as a Service-Ebene (SaaS) beziehen Kunden Softwareanwendungen von Cloud Computing-Anbietern als Dienstleistung über das Internet. Darüber hinaus können die Kunden entscheiden, ob die bezogenen Dienste bzw. Services im Unternehmen, außerhalb des Unternehmens oder, beispielsweise aus sicherheitsrelevanten Gründen, in Kombination bereitgestellt werden sollen (sog. private, public und hybrid Cloud Computing) (siehe Bild 2) [23].

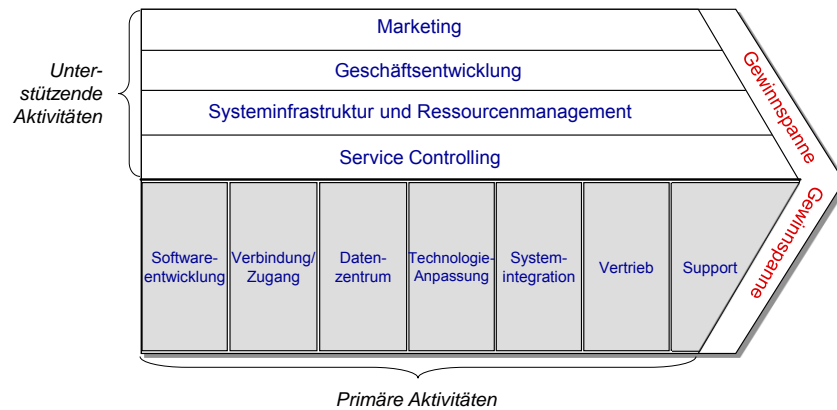


**Bild 2:** Abstraktionsebenen und Anwendungsgebiete, Reichweite und Merkmale des Cloud Computing (in Anlehnung an [11])

## 1.2 Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten

Für den Begriff Geschäftsmodell bestehen in der wissenschaftlichen Literatur zahlreiche Definitionen [29][35]. Diese - durchaus heterogenen - Definitionen beruhen darauf, dass für die Verwendung der Begrifflichkeit unterschiedliche Verwendungszusammenhänge, verschiedene Abstraktion- und Konkretisierungsgrade, spezifische Branchen, eine subjektive Einordnung von Unternehmen bei verschiedenen Kriterien sowie oftmals eine Reduzierung auf Geschäftsmodelle im E-Business und New Economy stattfindet. Jedoch sind sich die Mehrheit der Autoren [29][35] [30][22] einig, dass Wertschöpfungsketten ein wichtiger Bestandteil von Geschäftsmodellen darstellt. Aus diesem Grund haben wir uns entschieden, in einem ersten Schritt eine Systematisierung und Klassifizierung auf Basis der Wertschöpfungsketten durchzuführen. Die Ergebnisse dieser Systematisierung und Klassifizierung sind in diesem Beitrag dokumentiert.

Die Begrifflichkeit der Wertschöpfungskette wurde von Porter geprägt und ist in Praxis und Forschung das verbreitetste Modell, welches den Geschäftserfolg als logische Folge wertsteigernder Aktivitäten (primäre Aktivitäten) erklärt [12]. Die unterstützenden Aktivitäten beeinflussen den Geschäftserfolg nicht direkt, sondern schaffen die Grundlagen bzw. materiellen Voraussetzungen für die Durchführung der primären Aktivitäten. Das klassische Modell von Porter wurde branchenneutral [29] und für physische Güter [19] konzipiert und eignet sich daher für unsere Systematisierung nur bedingt [10]. Für die Systematisierung werden die Modelle „Lizenz plus Betrieb“ [10] und „ASP-Wertschöpfungskette“ [31] herangezogen und angepasst (siehe Bild 3). Letzteres beschreibt die Wertschöpfungskette rein aus dem ASP-Blickwinkel ohne eine umfassende Darstellung für IT-Services zu geben. Das Geschäftsmodell „Lizenz plus Betrieb“ stellt im Gegensatz dazu den Betrieb und weniger die Entwicklung und Einführung von IT-Produkten in den Mittelpunkt der Betrachtung. Diese beiden Modelle wurden bewusst umfassend gewählt, um eine bestmögliche Passgenauigkeit der einzelnen Rollen zu den primären Aktivitäten sicherzustellen.



**Bild 3:** Wertschöpfungskette für IT-Services (in Anlehnung an [10][31])

## 2 ASP, Grid- und Utility-Computing Wertschöpfungsketten

### 2.1 Systematisierung

Ziel der in diesem Abschnitt vorgestellten Systematisierung ist es, eine Ordnung in die vielfältigen Arten von Wertschöpfungsketten in ASP, Grid- und Utility-Computing zu bringen sowie häufig verwendete Begriffe klarzustellen und einzuordnen. Anhand der primären Aktivitäten der Wertschöpfungskette werden die Wertschöpfungsketten nach der Anbieterrollenverteilung systematisiert.

Als erste der sieben Komponenten der „Wertschöpfungskette für IT-Services“ wird die *Software-entwicklung* identifiziert. In der *Softwareentwicklung* wird die Software für den jeweiligen Anwendungsfall und benötigte Services produziert. Bei *Verbindung und Zugang* handelt es sich um die Sicherstellung der Konnektivität des Internets/Intranets zu den einzelnen Endgeräten (PC, Laptop, Smartphone usw.) der Kunden, beispielsweise durch Internet Service Providers. Darauf aufbauend soll das *Datenzentrum* eine sehr hohe Sicherheit und Verfügbarkeit der Services gewährleistet. Bei der *Technologie-Anpassung* handelt es sich um die Individualisierung der Services für die einzelnen Kunden, die bei der *Systemintegration* in die Softwarelandschaft der Kunden integriert wird. Die Aufgaben des *Vertrieb* und *Support* belaufen sich auf den Verkauf und somit Festlegung möglicher neuer Preismodelle sowie der Kontaktpflege (CRM) und Problemlösungen gegenüber den Kunden.

Nachdem in den vorherigen Abschnitt die primären Aktivitäten der Wertschöpfungskette festgelegt wurden, kann anschließend die grafische Darstellung innerhalb der folgenden Tabellen beschrieben werden. Für die Darstellung der unterschiedlichen Rollen (Marktanbieter) wurden diese zu vier Ausprägungen zusammengefasst (vgl. auch die Legende in den Tabellen). Der Anbieter (Kennzeichnung grüner Kreis) wird in diesem Zusammenhang als Eigenhersteller bzw. Selbstproduzent gesehen, der die jeweiligen Aktivitäten selbst und somit alleine am Markt für Kunden anbietet. In der Definition des Outsourcings (gelbes Dreieck) können verschiedene primäre Aktivitäten an andere Firmen ausgelagert werden. Die Beziehung untereinander kann als mittelfristig, klar abgegrenzt und weniger enge Zusammenarbeit beschrieben werden.

Die Begrifflichkeit des Partners (blaues Sechseck) kommt den Firmen zugute, welche die Aktivitäten der Wertschöpfungskette über ein Partnernetzwerk (langfristige, nicht exklusive Beziehung) dem Kunden anbieten können. Der Typus des Intermediäres (braunes Viereck)

basiert auf der eines Dienstleisters, welcher selbst einzelne Geschäftskomponenten outsourced und dem Kunden gegenüber zusätzlich als Vermittler/Makler zu weiteren Dienstleistern auftritt [20]. Der Intermediär ist damit nicht zu verwechseln mit einem Generalunternehmer, der selbst das Risiko trägt. Diese Rolle übernimmt aus Sicht des Kunden in der Regel der Anbieter oder derjenige, an den der Vertrieb ausgelagert wurde. Befindet sich keine Bezeichnung in einem Feld, dann wurde diese Aktivität nicht ausreichend beschrieben bzw. konnte keine Eindeutigkeit erkannt werden.

Innerhalb der Forschung zum Themenbereich der technologischen Vorgänger von Cloud Computing bilden sich verschiedene Wertschöpfungsmodelle heraus, die auf Cloud Computing übertragbar erscheinen. So werden in der Dissertation von *Tamm* [31] vier (fünf in der weiten Definition) verschiedene ASP Geschäftsmodelle identifiziert und analysiert. Tamm beschreibt in diesen Modellen vor allem die Aktivitäten des Anwendungsdienstleister (Anbieter) und die Partner-Strukturen, die in seinen Modellen mit aufgehen. *Meitner und Seufert* [21] sind der Ansicht, dass sich Partnerschaften zu Schlüsselerfolgskriterien bei der Entstehung von ASP-Geschäftsmodellen entwickeln werden. *Toigo* [34] sowie *Riemer und Ahlemann* [28] bedienen sich in Ihren ASP Geschäftsmodelle hauptsächlich des Anbieter-Charakters und gehen dabei zu wenig auf anderen Formen von Erscheinungsformen/Ausprägungen ein. (siehe Bild 4)

	Tamm, G (2003)					Meitner, H; Seufert, JA (2000)				Toigo, JW (2002)		Riemer, K, Ahlemann, F (2001)		
Modelle / primäre Aktivitäten	ASP Pure Play (eng)	ASP Pure Play (weit)	ASP Vertriebskanal	ASP Berater (Enabler)	ASP Marktplatz	IT-Dienstleister	Netzwerk-anbieter	Software-hersteller	Reine ASP	Pure Play ASP	General Contractor	Core Service	Managed Service	Extended Service
Software-entwicklung	●	▲	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●
Verbindung / Zugang	●	▲	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●
Datenzentrum	●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●
Technologie-Anpassung	●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	●		●	●
System-Integration	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Vertrieb	●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	●			●
Support	●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●
Legende	<span style="color: green;">●</span> Anbieter <span style="color: orange;">▲</span> Outsourcing <span style="color: blue;">●</span> Partner <span style="color: brown;">■</span> Intermediär													

**Bild 4: Systematisierung ausgewählter ASP-Wertschöpfungsketten**

Von Bedeutung hierbei ist, dass zentrale primäre Aktivitäten ausgelagert bzw. über Partnernetzwerke den Kunden angeboten werden können. Der Anbieter kann durch seine zielführende Rolle im Vertrieb flexibel und individuell auf die Anforderungen der Kunden eingehen und somit als zentrale Schnittstelle agieren, da gerade der Kundenkontakt als wichtigste Schnittstelle der meisten Unternehmen gesehen wird [14]. Daher verbleibt der Vertrieb zumeist bei dem Anbieter selbst. Ausnahmen bilden die Formen des Partners und des Intermediärs. Dadurch, dass es dann nur einen indirekten Kundenkontakt gibt könnte der Intermediär neben dem Vertrieb weitere primäre Aktivitäten übernehmen oder sollte eine sehr enge Kooperation mit dem Anbieter eingehen.

*Scholz* [30] definiert in seiner Dissertation sechs Grid-Geschäftsmodelle. Für die Betrachtung verwendet Scholz eine zweidimensionale Abgrenzung unter Verwendung der Wertschöpfungstiefe und Organisationsstruktur. *Taylor und McKee* [32] beschrieben in ihrer Ausarbeitung anhand von vorher 12 definierten Fragen fünf Grid-Geschäftsmodelle. Auf Basis des relativ kurzen

Papers sind nicht ausreichende Informationen vorhanden, um für alle fünf Geschäftsmodelle die primären Aktivitäten zuverlässig auszufüllen. Dem gegenüber ordnet *Thanos et al.* [33] Grid-Geschäftsmodelle innerhalb der drei Szenarien wichtigste Anwender, zugehörige Produkte und Anwendbarkeit ein. Auch hier können nicht alle primären Aktivitäten zugeordnet werden. (siehe Bild 5)

	Scholz, S (2010)						Taylor, S; McKee, P (2009)						Thanos, G; Agiatzidou, E; Courcoubetis, C; Stamoulis, G (2009)					
Modelle / primäre Aktivitäten	Inhouse Gridbox	Inhouse Grid Infrastruktur	Staatliches SaaS Grid	Grid ASP	Utility Grid	Dynamisches SaaS Grid	Basic Compute Resource	Hosting	SW License Reseller/Broker	Flexible Licensing	Application & Computation	Internal Grid solutions	External computing	Enables existing application	Group of organisations	Computing resources	Provides CC services with Grid	
Software-entwicklung	●	●	●		●	●				●	●							
Verbindung / Zugang				●	●	●		▲			●	▲						
Datenzentrum	●	●	●		●	●	●	●			●	▲	▲		▲	▲	▲	
Technologie-Anpassung	●	●	●		●	●		●			●							
System-Integration	●	●	●		●	■					●							
Vertrieb		●	●	●	●	●			■	■	●			●	●			
Support		●	●	●	●	●					●							
Legende	● Anbieter						▲ Outsourcing				● Partner		■ Intermediär					

**Bild 5: Systematisierung ausgewählter Grid-Wertschöpfungsketten**

*Legler et al.* [16] stellen zwei Geschäftsmodelle für Utility Computing vor. Dabei gehen Sie neben einen "Full-Service"-Anbieter auf eine Banking Plattform ein, welche die Geschäftsstrategien beteiligten Banken durch eine gemeinsamen Kommunikationsplattform, unterstützt. *Kircher* [14] beschreibt in seinen Ausführungen zum einen eine Art Selbstbedienungsportal, in dem Rechenkapazität für Testzwecke gemietet werden kann und zum anderen anwendungs-basierte Utilities, die verschiedene Services anbieten ohne Einfluss auf die gemietete IT-Infrastruktur zu haben. *Rappa* [26] konstituiert, ähnlich wie *Kircher* und *Legler et al.*, dass sowie die Verbindung als auch das Datenzentrum aus einer „Hand“ angeboten werden sollten. (siehe Bild 6)

	Legler, HP; Perren, D; Soldera, R (2004)		Rappa, MA (2004)	Kircher, H (2007)	
Modelle / primäre Aktivitäten	DA Utility Computing (eng)	DA Utility Computing (weit)		Test Center Utility	AW-basierte utilities
Software-entwicklung	●	●			●
Verbindung / Zugang	●	●	●	▲	●
Datenzentrum	●	●	●	▲	●
Technologie-Anpassung	●	■			●
System-Integration	●	■			●
Vertrieb	●	■			●
Support	●	■			●
Legende	● Anbieter ■ Partner			▲ Outsourcing ■ Intermediär	

**Bild 6: Systematisierung ausgewählter Utility-Wertschöpfungsketten**

## 2.2 Klassifizierung

Als Grundlage zur Klassifizierung der Wertschöpfungsketten von ASP, Grid- und Utility-Computing dient die analysierte und dargestellte Systematisierung aus Kapitel 2.1. Dazu wurden 14 Ausprägungen aus 4 Quellen zu ASP-Wertschöpfungsketten, 17 Ausprägungen aus 3 Quellen zu Grid- Wertschöpfungsketten und 5 Ausprägungen aus 3 Quellen zu Utility-Wertschöpfungsketten analysiert. Offensichtlich überschneiden sich die obenstehenden Wertschöpfungsketten in mehr als einem Fall. Daher wird im Folgenden eine Klassifizierung vorgenommen, um „Idealtypen“ herauszufiltern die mit den analysierten Wertschöpfungsketten möglichst übereinstimmen.

Zur Durchführung der Klassifizierung wurden alle Wertschöpfungsketten anhand ihrer primären Aktivitäten zu Gruppen zusammengefasst und typologisiert, so dass sie in sich möglichst homogen, nach außen dagegen möglichst heterogen erscheinen [13]. Dadurch konnte die Anzahl der verschiedenen Wertschöpfungsketten von insgesamt 36 auf 8 idealtypische vereinheitlicht werden. Im Modell 1A (siehe Bild 7) bietet der Anbieter alle primären Aktivitäten vollständig selber an (siehe Quelle Tamm, Meitner & Seufert, Toigo, Riemer & Ahlemann, Scholz, Taylor & McKee, Legler et al., Kircher). Hierbei zeigt sich, dass der Full-Service, also ein Anbieter, der alle Services bzw. Aktivitäten „aus einer Hand anbietet“, am häufigsten identifiziert bzw. als Geschäftsmodell gesehen wird. Das Modell 1B wurde aus dem Datenbestand der Quellen von Riemer & Ahlemann und Scholz abgeleitet. Hierbei zeigt sich, dass die Verbindung/Zugang und der Vertrieb nicht unbedingt vom selben Anbieter offeriert werden muss. Als zweite Klassifikation wurden die Wertschöpfungsketten der Quellen von Tamm, Meitner & Seufert, Toigo und Legler et al. zusammengefasst. Dabei kommen zwei ähnliche, sich ergänzende, Modelle in Betracht. Im Modell 2A werden, im Gegensatz zu 2B, die ersten drei primären Aktivitäten durch den Anbieter selber durchgeführt und damit ist es auch möglich den Vertrieb und Support selbst anzubieten, da gerade der Vertrieb bei vielen Wertschöpfungsketten als Schlüsselkompetenz gesehen wird (siehe Beschreibung im Kapitel 2.1). Als Klassifikation 3A und 3B kann aus den Quellen Tamm, Thanos et al. und Kircher entnommen werden, dass die Verbindung/Zugang und das Datenzentrum ausgelagert wird. Darüber hinaus kann im Modell 3B Outsourcing nur erfolgen, wenn auch andere primäre Aktivitäten angeboten werden. Als letzte Klassifikation wird im Modell 4 aus den Quellen Meitner & Seufert und Scholz eine sogenannte inverse (Darstellung) bzw. komplementäre Wertschöpfungskette ermittelt. Hierbei liegt der Fokus in der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen Anbieter und Intermediär.

Modelle / primäre Aktivitäten	1		2		3		4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Software- entwicklung	●	●	●	●		●	■	●
Verbindung / Zugang	●		●	●	▲	▲	■	●
Datenzentrum	●	●	●	●	▲	▲	■	●
Technologie- Anpassung	●	●	●	●			■	●
System- Integration	●	●	●	●			●	■
Vertrieb	●		●/●	●/●		●	■	●
Support	●	●	●/●	●		●	■	●
<b>Legende</b>	<div> <div>●</div> Anbieter <div>●</div> Partner <div>▲</div> Outsourcing <div>■</div> Intermediär </div>							

**Bild 7:** Klassifikation von ASP, Grid- und Utility-Computing Wertschöpfungsketten

### 3 Exemplarische Einordnung ausgesuchter Cloud Computing-Anbieter in die vorgestellten Kategorien

Anhand der ausgearbeiteten Idealtypen, durch die Analyse technologischer Vorgänger von Cloud Computing, sollen im Folgenden, durch real existierende Beispiele, sogenannte „Realtypen“ eingeordnet werden. Dazu wurden Dropbox (Infrastruktur-Ebene), Amazon (Infrastruktur-Ebene) und Salesforce (Applikations- und Plattform-Ebene) exemplarisch ausgewählt und die primären Aktivitäten zugeordnet (siehe Bild 8). Diese Beispiele sollen zeigen, dass die primären Aktivitäten dazu geeignet sind, um Produkte von Cloud-Anbietern zu klassifizieren. *Dropbox* hat sich auf die Speicherung von Daten und deren Synchronisation spezialisiert. Als Datenzentrum wird das Amazon Simple Storage Service (S3) genutzt. Aufgrund der hohen Standardisierung der Software ist eine Technologie-Anpassung wahrscheinlich nicht nötig und somit nicht möglich. Aktuell wird auch keine System-Integration angeboten. Durchaus denkbare Szenarien wären hierbei die Einbindung des Services anstelle herkömmlicher Stagesysteme in die IT von KMUs sowie bei ausreichender Performance die Integration in ein vorhandenes ERP-System. Damit kommt Dropbox dem Idealtyp 1A, 1B und 3B nahe. *Amazon* bietet neben der bekannten Rechenkapazität und Speicherung von Daten auch Datenbanken, Rechnungsstellungen und Support an. Aktuell werden bei Amazon die Technologie-Anpassung, System-Integration und auch der Vertrieb über Partner angeboten. Dieser Cloud-Anbieter passt fast auf den Idealtyp 2A aus der Klassifikation. *Salesforce* stellt neben CRM-Software auch eine Plattform für seine Kunden zur Verfügung. Aktuell können bei Salesforce auch Partner und Intermediäre die Services anpassen und integrieren. Damit wird bei Salesforce der Idealtyp 2A und 4B Verwendung finden. Der Support bezieht sich bei allen drei Anbietern immer auf das Erbringen der eigenen Leistung und nicht die der Partner, Intermediäre oder Outsourcer.

Modelle / primäre Aktivitäten	Dropbox	Amazon	salesforce
Software- entwicklung	●	●	●
Verbindung / Zugang	●	●	●
Datenzentrum	▲	●	●
Technologie- Anpassung	(●)	●	● / ● / ■
System- Integration		●	● / ● / ■
Vertrieb	●	● / ●	● / ■
Support	●	●	●
<b>Legende</b>	● Anbieter    ▲ Outsourcing ● Partner    ■ Intermediär		

**Bild 8:** Einordnung von Dropbox, Amazon und Salesforce

## 4 Fazit und Ausblick

In den bisherigen Ausführungen wurden die technologischen Vorgänger von Cloud Computing, hinsichtlich der primären Aktivitäten der Wertschöpfungskette „IT-Services“, systematisiert. Die anschließende Entwicklung bzw. Ableitung einer eigenen Klassifikation für zukünftige Wertschöpfungsketten vereinheitlichte zum großen Teil alle 36 analysierten Modelle. Darauf aufbauend folgte die exemplarische Einordnung in real existierende Beispiele anhand von Dropbox, Amazon und Salesforce. Auch wenn diese Vorgehensweise sicher nicht alle möglichen oder in der Praxis vorkommenden WSK-Konfigurationen aufgedeckt hat, so unterstützt das Ergebnis der Untersuchung Softwareunternehmen und IT-Dienstleister bei der Wahl einer für sie geeigneten WSK-Konfiguration. Es wurde gezeigt, dass Partner-Ökosysteme heutzutage gerade für private Anwender und KMUs sehr interessant sind. Durch die einfache Bedienung und die Möglichkeit der Auslagerung können neue Services angeboten werden, welche keinen Administrationsaufwand mehr benötigen. Damit einhergehend zeichnet sich ein Trend dahingehend ab, dass nicht mehr alles „aus einer Hand“ angeboten wird. Cloud Computing hat das Potenzial die IT-Landschaft in den kommenden zehn Jahren in großem Maße zu verändern. Die ASP-, Grid- und Utility-Computing-Geschäftsmodelle haben bedeutende Ansätze für das Paradigma Cloud Computing auf den Weg gebracht und werden vielleicht auch zukünftig in verschiedenen Ausprägungen weiter bestehen. Weiterer Forschungsbedarf besteht zum einen darin, Cloud-Anbieter auf dem deutschen Markt zu untersuchen, um die vorgeschlagene Klassifikation zu festigen. Eine derartige Untersuchung wird von den Autoren aktuell konzipiert und voraussichtlich in der ersten Hälfte des Jahres 2012 abgeschlossen sein. Anders als in der Studie von Renner et al. [36] sollen ausschließlich Cloud-Anbieter untersucht werden. Zum anderen sollten weitere Bestandteile eines Geschäftsmodells untersucht werden, bspw. das Erlösmodell (vgl. die Untersuchung [17] für SaaS-Anbieter).



## 5 Literatur

- [1] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, AD; Katz, RH; Konwinski, A; Lee, G; Patterson, DA; Rabkin, A; Stoica, I; Zaharia, M (2009): Above the Clouds: a Berkeley View of Cloud Computing. Technical Report. Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California at Berkeley, Berkeley.
- [2] Benlian, A; Hess, T; Buxmann, P (2009): Treiber der Adoption SaaS-basierter Anwendungen. *Wirtschaftsinformatik* 51(5):414-428.
- [3] Böhm, M; Leimeister, S; Riedl, C; Krcmar, H (2009): Cloud Computing: Outsourcing 2.0 oder ein neues Geschäftsmodell zur Bereitstellung von IT-Ressourcen? In: *Information Management und Consulting*. Nr. 24.
- [4] Buxmann, P; Hess, T (2008): Software as a Service. *Wirtschaftsinformatik* 50(6):500-503.
- [5] Capgemini (2010): Geschäftsmodell-Innovation. <http://www.de.capgemini.com/insights/publikationen/geschaeftsmodell-innovation-neu-erfinden>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [6] Dufft, N; Schleife, K; Bertschek, I; Vanberg, M; Böhm, T; Schmitt, K; Barnreiter, M (2010): Das wirtschaftliche Potenzial des Internet der Dienste. [http://www.berlecon.de/studien/downloads/Berlecon\\_IDD.pdf](http://www.berlecon.de/studien/downloads/Berlecon_IDD.pdf). Abgerufen am 22.12.2011.
- [7] Fröschle, H-P; Dierlamm, J; Glasner, K; Henneberger, M; Mayer-Spasche, G; Sirtl, H (2010): Positionspapier Cloud Computing und IT Service Management, Frankfurt.
- [8] Henneberg, M; Strebel, J; Garzotto, F (2010): Ein Entscheidungsmodell für den Einsatz von Cloud Computing in Unternehmen. *HMD-Heft* 275(47):76-84.
- [9] Henning, PA, Lehr, A (2010): Studentische Notebooks statt Poolräumen. <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings73/GI-Proceedings.73-19.pdf>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [10] Herzwurm, G; Jesse, S; Pietsch, W (2010): Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten im Cloud Computing. Fähnrich, K.-P. und Franczyk, B. (Hrsg.), *Informatik 2010*. Leipzig.
- [11] Herzwurm, G; Mikusz, M; Pelzl, N (2011): Vernetzte Produktionssysteme als softwareintensive Dienstleister. In: Kemper, H.-G., Pedell, B., Schäfer, H. (Hrsg., 2011): *Management vernetzter Produktionssysteme*, Vahlen Verlag, München.
- [12] Herzwurm, G; Pietsch, W (2009): *Management von IT-Produkten - Geschäftsmodelle, Leitlinien und Werkzeugkasten für softwareintensive Systeme und Dienstleitungen*, dpunkt-Verlag, Heidelberg.
- [13] Kelle, U; Kluge, S (2010): Vom Einzelfall zum Typus, S. 91-107. Springer, Wiesbaden.
- [14] Kircher, H (2007): *IT: Technologie, Lösungen, Innovationen*. Springer, Heidelberg.
- [15] Kunesch, U; Reti, B; Pauly, M (2009): White Paper Cloud Computing. Alternative Sourcing-Strategie für Unternehmens-ICT. [http://www.t-systems.de/tsip/servlet/contentblob/t-systems.de/de/143000\\_1/blobBinary/WhitePaper\\_Cloud-Computing-l-ps.pdf](http://www.t-systems.de/tsip/servlet/contentblob/t-systems.de/de/143000_1/blobBinary/WhitePaper_Cloud-Computing-l-ps.pdf). Abgerufen am 22.12.2011.
- [16] Legler, HP; Perren, D; Soldera, R (2004): Utility Computing – ein Geschäftsmodell der Zukunft? [http://www.perren.org/utilitycomputing/diplomarbeit/diplomarbeit\\_utility\\_computing.pdf](http://www.perren.org/utilitycomputing/diplomarbeit/diplomarbeit_utility_computing.pdf). Abgerufen am 22.12.2011.

- [17] Lehman, S; Draisbach, T; Koll, C; Buxmann, P; Diefenbach, H (2010): Preisgestaltung für Software-as-a-Service - Ergebnisse einer empirischen Analyse mit Fokus auf nutzungsabhängige Preismodelle. MKWI 2010. Tagungsband S. 105ff.
- [18] Lünendonk, T; Hossenfelder, J (2009): Transformation braucht mehr Beratung In: *Dienstleistungen: Vision 2020*. Messedruck Leipzig GmbH, Leipzig.
- [19] Maaß, C (2008): E-Business Management. Lucius & Lucius. Stuttgart.
- [20] Marinos, A; Briscoe, G (2009): Community Cloud Computing. <http://eprints.lse.ac.uk/26516/>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [21] Meitner, H; Seufert, JA (2000): Anforderungen an die Markteintrittsstrategie von Application Service Providern. IM–Informationsmanagement & Consulting 2000(15).
- [22] Morris, M; Schindehutte, M; Allen, J (2005): The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. Journal of Business Research 58 (6) S. 726-735.
- [23] Münzl, G; Przywara, B; Reti, M; Schäfer, J; Sondermann, K; Weber, M; Wilker, A (2009): Cloud Computing - Evolution in der Technik, Revolution im Business. [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM-Leitfaden-CloudComputing\\_Web.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM-Leitfaden-CloudComputing_Web.pdf). Abgerufen am 22.12.2011.
- [24] Pelzl, N; Herzwurm, G (2010): Service Marktplätze als Bestandteil des Cloud Computing – Eine Reifemodell zur Kategorisierung und Abgrenzung von eServices. In: Pietsch, W; Krams, B (Hrsg.), *Vom Projekt zum Produkt*. Aachen.
- [25] Porter, ME (2000): Wettbewerbsvorteile – Spitzenleistungen erreichen und behaupten. 6. Auflage. Frankfurt a.M.
- [26] Rappa, M (2004): The utility business model and the future of computing services. [http://zaphod.mindlab.umd.edu/docSeminar/pdfs/Rappa\\_2004.pdf](http://zaphod.mindlab.umd.edu/docSeminar/pdfs/Rappa_2004.pdf). Abgerufen am 16.09.2011.
- [27] Repschläger, J; Pannicke, D; Zarnekow, R (2010): Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle u. Entwicklungspotenziale, HMD 275(47):6-15.
- [28] Riemer, K; Ahlemann, F (2001): Application Service Providing. Erfahrungsbericht aus Sicht eines Providers. Buhl, H; Huther, A; Reitwiesner, B (Hrsg.), *Information Age Economy. 5. Internationale Tagung WI 2001*. Heidelberg.
- [29] Scheer, C; Deelmann, T; Loos, P (2003): Geschäftsmodelle und internetbasierte Geschäftsmodelle – Begriffsbestimmung und Teilnehmermodell. <http://wi.bwl.uni-mainz.de/publikationen/isym012.pdf>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [30] Scholz, S (2010): Geschäftsmodelle für Grid Computing in der Medizin und der Biomedizin. JOSEF EUL Verlag, Lohmar – Köln.
- [31] Tamm, G (2003): Netzbasierte Dienste – Angebot, Nachfrage und Matching. <http://www.alexandria.unisg.ch/export/DL/202963.pdf>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [32] Taylor, S; McKee, P (2009): Grid Business Models, Evaluation, and Principles. IN: Buyya, K; Bubendorfer, K, *Market-Oriented Grid and Utility Computing*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. USA.
- [33] Thanos, G; Agiatzidou, E; Courcoubetis, C; Stamoulis, GD (2009): Grid Business Models. IN: Stanoevska-Slabeva, K; Wozniak, T; Ristol, S, *Grid and Cloud Computing - A Business Perspective on Technology and Applications*. Springer, Berlin. Heidelberg.

- [34] Toigo, JW (2002): The Essential Guide to Application Service Providers. Prentice Hall International, New Jersey.
- [35] Weiner, N; Renner, T; Kett, H (2010): Geschäftsmodelle im Internet der Dienste. Aktueller Stand in Forschung und Praxis. [http://www.itbusinessmodels.org/downloads/weiner\\_renner\\_kett\\_2010\\_geschaeftsmodelle.pdf](http://www.itbusinessmodels.org/downloads/weiner_renner_kett_2010_geschaeftsmodelle.pdf). Abgerufen am 22.12.2011.
- [36] Weiner, N; Renner, T; Kett, H (2010): Geschäftsmodelle im Internet der Dienste. Trends und Entwicklung auf dem deutschen IT-Markt [http://www.cloud.fraunhofer.de/Images/weiner\\_renner\\_kett\\_2010\\_geschaeftsmodelle\\_trends\\_tcm421-76746.pdf](http://www.cloud.fraunhofer.de/Images/weiner_renner_kett_2010_geschaeftsmodelle_trends_tcm421-76746.pdf) Abgerufen am 22.12.2011.
- [37] Zollinger, M (2011): Cloud Computing - Owning the Roadmap [http://www-05.ibm.com/ch/events/symposium/pdf/9\\_M-Zollinger\\_CloudOwningtheRoadmap\\_IBMSymposium2011.pdf](http://www-05.ibm.com/ch/events/symposium/pdf/9_M-Zollinger_CloudOwningtheRoadmap_IBMSymposium2011.pdf). Abgerufen am 22.12.2011.



# **A Classification Scheme for Characterizing Service Networks**

**Jörn Altmann**

Seoul National University, Technology Management, Economics, and Policy Program,  
College of Engineering, Seoul 151-744, South-Korea, E-Mail: [jorn.altmann@acm.org](mailto:jorn.altmann@acm.org)

**Martina Meschke**

FernUniversität Hagen, Lehrstuhl für Informationsmanagement,  
Fakultät für Wirtschaftswissenschaft, 58084 Hagen, Germany,  
E-Mail: [martina.meschke@fernuni-hagen.de](mailto:martina.meschke@fernuni-hagen.de)

**Ashraf Bany Mohammed**

University of Hail, Management Information Systems Department, 2440 Hail, Saudi Arabia,  
E-Mail: [ashraf\\_bany@yahoo.com](mailto:ashraf_bany@yahoo.com)

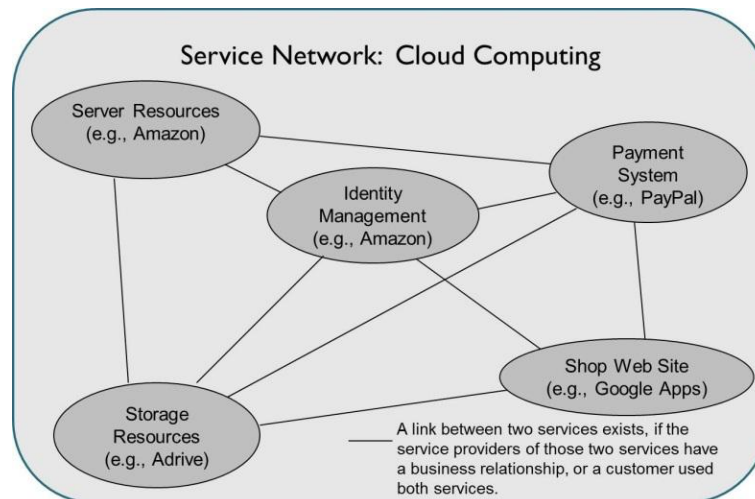
## **Abstract**

This paper introduces an extended definition of service networks. The service network definition, which can be used for classifying service networks, comprises two parts: the service network declaration and the service network specification. The service network specification consists of the specification of the network characteristics, the node characteristics, and the link characteristics. Each of these three characteristics comprises a set of criteria. One fraction of the criteria has been identified through literature research on services, networked organizations, and service network concepts. The remaining fraction of criteria is the result of a case study analysis. The service network case study has been taken from the information technology sector (i.e., the network of Cloud computing services). The analysis of the case study identified characteristics that are important for describing IT service networks but cannot be captured with the existing definitions of service networks.

## **1 Introduction**

In order to create new services or service combinations that provide added value to customers because of their combinations, different service providers align their services by building networks that address diverse needs of customers. These networks are called service networks. Examples for these service networks exist in different industry sectors (e.g., travel industry, consulting, retail, health care, restaurants, software industry, and information technology (IT) industry). Figure 1 shows an example of an IT service network.

In the literature, it has been argued that existing production models, which have traditionally been used for describing the optimized production of physical products, cannot be applied in the services context (Chesbrough and Spohrer, 2006; Maglio et al., 2006; Rai and Sambamurthy, 2006). The existing models fail to describe the existence of informal relationships between suppliers, service providers, and customers. These relationships are important as they foster knowledge creation, knowledge exchange, customer experience, service offering capabilities, and formal business relationships between service providers.



**Figure 1: Example of a service network**

Although existing literature has made substantial effort in defining services (Achrol and Kotler, 1999; Regan, 1963; Riedl et al., 2009; Silvestro et al., 1992; Winch et al., 1997) and network organizations (Achrol and Kotler, 1999; Basole and Rouse, 2008; Schroth, 2007; Antti, 2004), some shortcomings can be found in the characterization of service networks. It appears that an understanding of what impacts the structure of service networks is missing (Basole and Rouse, 2008). Although Basole and Rouse (2008) argue that the service value network is influenced by many external factors (e.g., customers), they do not consequently define a service network as a system of cooperating service providers linked through customer actions. In Gaur et al. (2006), the authors give a very good definition of service networks, but they do not discuss the variety of service providers and services as well as the type of service processes. In Maitland et al. (2003), interfirm service networks are defined but do not consider special customer and service characteristics. Karni and Kaner (2006) discuss a hierarchy within service networks. They differentiate between service system and service networks. The service system can be an individual or an organization. The cooperation between service systems results in a service network. Barros and Dumas (2006) discuss about Web service ecosystems. These service ecosystems explicitly focus on Web services (e-services). They do not consider traditional services (e.g., face-to-face services).

Based on this literature review, we can state that the existing works fail to provide a comprehensive service network definition that allows a characterization and classification of traditional service networks and IT service networks. These works show that a classification of traditional face-to-face services and IT physical services with the existing schemes is not comprehensive enough to capture the essentials of these different service network types.

The need for a service network definition that can provide a comprehensive classification comes from the fact that an increasing number of standard physical services are supported by distributed, service-oriented information systems. A typical, though futuristic, scenario for this is the smart-phone-supported shopping in department stores. Within this scenario, a customer enters a department store for browsing goods and for spending leisure time. This shopping experience of the customer is enhanced through additional product information delivered via the customer's smart phone. While the act of purchasing a good is also performed via the customer's smart phone, the delivery of the product requires standard physical services. This scenario demonstrates that the underlying service network needs to integrate face-to-face services with IT services of different providers. This service network also needs to consider the level of customer sophistication and the level of automation of services. Consequently, there is a need for a definition of these kinds of service networks.

Within this paper, we address this need for a comprehensive classification scheme for service networks. For this, we apply the following methodology. At first, we cover existing research on cooperating firms and service networks through an extensive literature review. In particular, for this literature review, we used the keywords: service network, cooperative strategies, inter-organizational relationships, matrix organizations, inter-firm service networks, value networks, Web business communities, strategic alliances, joint ventures, and business networks. Based on the criteria found in literature, we develop an initial service network classification scheme. In order to check the workings of this initial service network classification scheme, we applied it to an IT service network case study. The case study describes the service network of Cloud computing. The examination of this case study identified characteristics of Cloud computing that the existing definitions of service networks cannot capture, making them inappropriate to comprehensively describe IT service networks. Consequently, we extended the list of existing criteria so that the new criteria could capture these characteristics, making the new classification scheme useful for a larger set of service networks. Since we only analyzed one case study, we do not claim to provide a complete list of new criteria.

Based on this and social network theory, we offer an extended definition of service networks, which can be used for classifying service networks. In detail, our classification scheme comprises two parts: the service network declaration (i.e., the declaration of nodes and links) and the service network specification (i.e., the specification of the network characteristics dimension, the node characteristics dimension, and the link characteristics dimension). The three dimensions represent three groups of service network criteria, namely criteria dealing with nodes (i.e., services), links (i.e., relationships between the services), and the overall network. The background for this grouping into dimensions comes from social network theory, which uses graphs (networks) to express informal and formal relationships between entities. Therefore, a service network in this paper is considered to be a social network.

Our definition of service networks (i.e., classification scheme) is significant with respect to three facts. First, the similarities and differences of service networks can be identified by comparing the criteria values of those service networks. Second, it allows for defining classes of service networks, which are defined through a vector of criteria values. The value propositions of these classes of service networks can be analyzed further with respect to management cost and revenue. The third essential benefit of this classification scheme is its use for designing new service networks based on best practice cases. Depending on the objective, a service network can be designed that improves customer satisfaction, the revenue of service providers, or the

efficiency. Considering these three facts, our classification scheme is the first step towards establishing a new methodology for assessing the performance of service networks.

The remainder of the paper is organized as follows. The next section introduces the Cloud computing case study. Section 3 shows the existing service network definitions along with a description of new criteria. Within Section 4, we present our definition of service networks (i.e., the classification scheme) as well as its application to the Cloud computing service network. Further directions of this research are described in the final section, Section 5.

## 2 Service Network Case Study: Cloud Computing

This case study has been selected to identify the characteristics of IT service networks, which cannot be captured with the existing service network definitions. The Cloud computing case study comprises brief descriptions of the background and the business model, which is based on Osterwalder (2004). These descriptions are necessary to derive the benefits of the Cloud computing service network.

### 2.1 Background

Cloud computing, which represents a service-oriented computing model, can be considered a new kind of IT service network. It offers IT services globally via the Internet. Although Cloud services vary in terms of technology, service complexity, and heterogeneity, they can be combined by customers, following certain standards (Bernstein et al., 2009). The autonomous Cloud service providers offer software-as-a-service (SaaS), platform-as-a-service (PaaS), and infrastructure-as-a-service (IaaS) (Greenberg et al., 2009).

Examples of Cloud providers are GoGrid, Enomaly, and Amazon. GoGrid is a Cloud provider that runs on-demand, dedicated, and mixed server infrastructures. GoGrid, which is the point of contact for a customer, operates its own data center and manages thousands of servers of customers. Enomaly is a platform provider, which offers software that integrates customer data centers with commercial Cloud computing services. Amazon offers Elastic Compute Cloud (EC2), allowing customers to rent virtual computers on a per-usage basis.

### 2.2 Value Proposition / Business Model

The following characterization of the Cloud computing business model is based on our analysis and the two works of Altmann et al. (2007) and Bany Mohammed et al. (2010).

1. Value proposition: Cloud computing service networks offer their customer a wide range of services including supercomputing power, server computing power, storage capacity, software environments, and software services. Cloud computing allows the customer to buy those resources on demand, therefore, reducing the cost through over-provisioned resources. However, since business data need to be transmitted outside of organizations, Clouds entail potential security challenges.

2. Target customer: Cloud computing service networks target customers globally, although many laws prevent the processing of data outside country boundaries. Any customer using IT is a potential customer for the Cloud. Yet, to-date, small and medium-sized enterprises (SMEs) are the primary customers.



3. Distribution channel: Cloud services are provided mainly over the Internet and always over computer networks. Payments for Cloud services and settlements of accounts are performed via Web services.

4. Relationship: Cloud computing services are delivered based on the real-time interaction between customers and service providers. The interaction between providers and customer usually happens on the Internet.

5. Value configuration: The value configurations in the Clouds are network based and can be described through value networks. In other words, Cloud providers create non-hierarchical links with other service providers and sell their services through multiple channels. This allows the existence of many service providers for adding value and many different stakeholders.

6. Capability: Capabilities of Cloud service networks are flexible and dynamic. Cloud service networks tolerate adding or removing of service providers in a dynamic way. This allows users to consume more customized and scalable services if they become available.

7. Partnership: Cloud computing service networks are based on cooperative strategies and partnership schemes between the participating small or medium-sized organizations in the Clouds. This partnership requires common standards of interfaces.

8. Revenue model: Cloud computing service networks have different revenue models, which are based on service diversity, customization, and pricing schemes. The basic model is a "use per hour"-model, which can be extended to dynamic pricing. Others include subscription models for long-term contracts, ads-based pricing, and transaction fee pricing.

9. Cost structure: Cloud computing service creation costs vary, depending on whether they are hardware-based or software-based. The fixed cost is high for all kind of Cloud resources. The variable cost for platform services is almost zero, while the variable cost for hardware services varies according to time and volume.

### 3 Service Network Criteria

#### 3.1 Existing Service Networks Criteria

The following list of 11 criteria has been derived from literature on service networks and similar concepts of service networks:

1. Number of nodes: The number of nodes can vary from three nodes to arbitrary finite number of nodes. As the number of nodes grows, we expect the service offerings to be more comprehensive. We expect that each additional service within the service network adds value to other services. However, a network limits (if possible) the number of nodes to avoid overcrowding, while seeking profit maximization and cost minimization (Basole and Rouse, 2008; Gaur et al., 2006).

2. Customer orientation (Degree of interaction and customization): This factor describes the level of service flexibility and customization. The customization of services depends on how services can be composed or bundled to present a new service (Silvestro et al., 1992).

3. Interoperability: A low service interoperability may cause that not all services of a service network could be combined. The more interoperability exist, the higher the opportunities for customized and complex services exist (Barros and Dumas, 2006; Basole and Rouse, 2008). The range of interoperability goes from open to closed.

**4. Sharing of tasks and workloads:** The service providers that offer the services within the service network exchange certain management data about their services, in order to improve the effectiveness of their service offerings. Besides, tasks, which have to be executed by many service providers, can be aggregated and, therefore, executed at lower cost (Gaur et al., 2006; Maglio et al., 2006).

**5. Provider relationship:** The provider relationship, i.e., the formal or informal interaction between service providers, impacts the service provisioning (Basole and Rouse, 2008; Maglio et al., 2006; Maitland et al., 2003). For instance, large and reputable service providers tend to build networks with other big players while SMEs tend to build networks among each other.

**6. Configuration:** Service networks can vary in the duration of their existence. Some networks have been created with a long-term perspective; others have a short-term perspective, fulfilling operational goals. The more strategic the goals of the network are, the longer the time span and the more fixed the configuration of the network is. Moreover, the configuration of the network defines the sustainability and stability of the service network (Gaur et al., 2006).

**7. Digitalization:** Service characteristics can vary from soft services as information to hard traditional services. For our classification, we differentiate between digital, physical, and both (Riedl et al., 2009).

**8. Technology orientation:** Service networks have different levels of technology orientation. The more technologically complex the services are, the higher the degree of knowledge is needed for joining the service networks (Barros and Dumas, 2006; Basole and Rouse, 2008; Gaur et al., 2006; Karni and Kaner, 2006). This affects delivery channels, which describe the way services are conveyed to customers. Delivery channels are usually correlated with service characteristics. Delivery channels define requirements for service networks and their networking. The Internet is one key delivery channel for information goods (Herbig and Milewicz, 1995; Tapscott et al., 2000).

**9. Point of contact:** One important aspect of service networks is the point of contact. This factor describes the way a customer gets served. Service networks can either have one point of contact or multiple points of contact. Service networks with multiple points of contact have a more decentralized network structure (Basole and Rouse, 2008).

**10. Service provider size:** The size of the company providing the service has an impact on how the services get accepted in the market (Maglio et al., 2006).

**11. Power hierarchy:** Networks differ in their power distribution between service providers of the services in the service network. This can vary from hierarchical to polycentric. In a hierarchical network, one service provider usually controls the network. In polycentric networks, the power hierarchy is self-governed (Gaur et al., 2006; Maitland et al., 2003).

With respect to these criteria, Table 1 describes the Cloud computing service network. It gives an explanation of the criteria within the context of the Cloud computing service network.

Service Network Criteria	Service Network Criteria Applied to the Cloud Computing Case Study
Number of nodes	The number of services is in the range of 1000+. They are digital and can be accessed via a Web Service Interface.
Customer orientation	De-facto standardized services are offered in the Cloud, although the technology for stronger customer orientation exists.
Interoperability	There is no sharing of back office operation. The network tiers exist because of little standardization and de facto standards set by large companies.

Sharing of tasks and workloads	The principle of service oriented computing allows for sharing of functionality of Cloud services.
Provider relationship	The provider relationship is impacted by large providers, around which smaller providers offer aligned services, without any formal relationship.
Configuration	Services are combined for short-term.
Digitalization	All services are digital and therefore do not require high labor after provisioning.
Technology orientation	A high level of technology is required at the customer side and the provider side in order to use these services.
Point of contact	The customer has many points of contact.
Service provider size	The service providers are large companies (e.g., Amazon) as well as small companies (e.g., FluidDynamics) providing support services.
Power hierarchy	The large service providers do not control the service network but set de facto standards that small providers have to follow.

**Table 1: Existing service network criteria applied to the Cloud computing case study**

### 3.2 New Service Network Criteria

The existing service network criteria do not capture comprehensively the characteristics of Cloud computing service networks. Based on the Cloud computing business model, a detailed description of Cloud computing requires not only more criteria but also a wide range of criteria values. Table 2 describes the Cloud characteristics and the potential values.

Description of Characteristics of Cloud Computing	New Criteria
One the one hand, many services can be offered by a single provider (e.g., Amazon). On the other hand, a large variety of providers exist s that can offer computing resource services.	Variety of providers
One the one hand, a service network of computing resources can very homogeneous (e.g., a double auction marketplace). On the other hand, a service network that allows the composition of business processes is heterogeneous, as it requires the integration of different types of services.	Variety of services
Many offerings are located around the world, i.e., geographically distributed. However, the use of Cloud services can be restricted through laws and contracts, making them national or even local services.	Proximity
The service process of some services is customer-designed (e.g., Web2.0 service composition). Other services, which solve more complex problems for customers, it is network-designed (e.g., DropBox).	Service process
Customer type plays an important role in Cloud computing offerings. Many customers in Cloud computing are large or medium-sized enterprises, which prefer to keep their data within their organization boundaries and, therefore, consume very specific computing and platform services. Individual customers, on the other hand, let providers handle their private data across a large variety of services.	Customer type
The large amount of services in Cloud computing requires checking the quality of services, as past bad experiences of consumers will make them stay absence from online services. This past experience can be captured through reputation systems, which will make the performance visible to potential customers.	Past customer experience
The level of sophistication required by customers varies widely as well. Service consumption for individual customers has been made user-friendly (e.g., DropBox), requiring little sophistication. Companies, which want to integrate Cloud services into their IT infrastructure, need IT expertise in-house however.	Customer sophistication
In principle, Cloud services are separable, although market power and customer lock-in attempts of service providers make it difficult to replace a service of one provider with a service of other providers.	Inseparability
Description of Characteristics of Cloud Computing	New Criteria
Infrastructure services cannot be stored. If they are not consumed, they are lost. Platform and software services, however, are none perishable goods.	Perishability
Human interaction is needed for the provisioning of customized Cloud services, in particular for establishing service level agreements (SLAs). The management of service level agreements has not been automated yet. However, the more the Cloud service is standardized, the less human interaction is necessary.	Degree of automated interaction
The service class for Cloud computing services can be search services (e.g. basic algorithm implementations), experience services (e.g., Google search), and credence services (e.g., computing services).	Service class

**Table 2: New service network criteria description within the Cloud computing case study**

In summary, the analysis of the Cloud computing case study revealed 11 criteria. Although these criteria have not been considered in literature in the context of service networks, some of them have been identified in the area of marketing, organization, e-business, and service science (van Triest, 2005; Smith et. al, 2002; Herbig et. al, 1995; Prahalad, Hamel, 1990; Regan, 1963; Shostack, 1977; Zhang et al., 2005; Järvinen et. al, 2004; Cook et al., 1999).

It is to be noted here that the analyses of further case studies might reveal further criteria that are important. Consequently, we cannot and do not want to claim that the criteria shown here represent a complete list of criteria. However, as can be seen in section 4, any new criterion could easily be integrated into our definition of service networks (i.e., the classification scheme). Any new criterion will detail one of these three dimensions but will not affect the structure of the classification scheme.

1. Variety of providers: Service providers can belong to different branches (e.g., ski resort: hotels, travel agencies, restaurants) or to the same branch (e.g., healthcare provider in a healthcare center, software vendors in a software development network). While networks that are built of services of providers from the same branch are called homogeneous, the other networks are called heterogeneous.

2. Variety of services: Services in a network can be heterogeneous services (e.g., ski resort services, which provide accommodation services, travel services, and restaurants), i.e., services belonging to different branches. Alternatively, services can be homogeneous services, i.e., they belong to the same branch (e.g., server services and supercomputer services belong to the IT services).

3. Proximity: This factor describes the geographic concentration between service network members. If service providers are located in a geographically close area, the service network is geographically concentrated. Geographically dispersed service networks are stronger than others, since they can access bigger markets. The operation of the service network can be local, national, or international.

4. Service process: There are two ways how value is added by the service process. First, the activities of the service process depend on each other so that the customer is more or less guided through the whole process. The service process is actively designed by the providers. Second, the customer decides which activity (i.e., which part of the value adding) he wants to make use of and in what sequence. The providers react to the customer's decision on which service to consume. Therefore, the service process is either called "provider-designed" or "customer-designed". This makes a significant difference with respect to the management of the network. A provider-designed service process makes the management of the customer experience easier than a customer-designed process.

5. Customer type: It is important to analyze which kind of customers the network has. This will affect the kind of services and how they are offered from the service network. Customers can either be a large organization, SME, individual (home office), or a mix of these classes. These customer classes correlate with employee number or revenues of the organization (van Triest, 2005).

6. Past customer experience: The experience of a customer in the past determines the expectations the customer has when consuming the service the next time. Customers with good experience are loyal and have a little quality sensibility (Smith and Wheeler, 2002).

7. Customer sophistication: The sophistication of a customer impacts service provisioning and the creation of new services. The sophistication can also be an indication for the service quality that is demanded by the customer (Herbig and Milewicz, 1995).

8. Inseparability: The service in the service network can vary from single services to bundles of services. The dependency between services of a bundle determines the degree of inseparability of the service (Prahalad and Hamel, 1990; Regan, 1963; Shostack, 1977).

9. Perishability: The perishability of a production service is higher than for an information service, since a production service is less storable, transportable and more time dependent (Prahalad and Hamel, 1990; Regan, 1963; Shostack, 1977; Zhang et al., 2005).

10. Degree of automated interaction: Services differ in the degree of human involvement during production. This defines the degree of labor intensity. Traditional services are more labor intensive than information services because they can only be offered face-to-face. Many information services have even eliminated personal interaction entirely, making the interaction fully automated (Järvinen and Lehtinen, 2004).

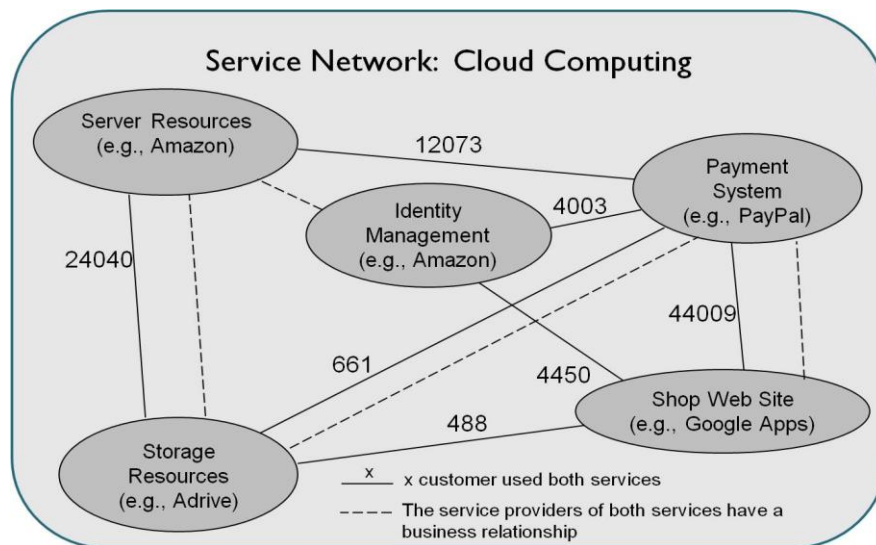
11. Service class: Service can be differentiated into three types: search services, experience services, and credence services. Search services are simple to rate as customers can get sufficient information to evaluate the quality of the services before use (e.g., accommodation services). The customers can only rate experience services after using them. Too little information exists before using them (e.g., finance services). Credence services are considered most complex because customers cannot evaluate the services before or after using them. Instead, customers have to trust the expert, who offers the service. To evaluate this class of service, it needs to be compared with similar services (Cook et al., 1999).

## 4 Definition of Service Networks

Our definition of service networks comprises two parts: the service network declaration and the service network specification. The service network declaration defines the components of the network (i.e., nodes (service), links (relationships between services based on customer interactions and business relationships)), which follows social network theory. The service network specification identifies the characteristics of the network and its components. With those two parts, any service network can be described.

Service network declaration: Since our approach on defining service networks is based on social network theory, it considers a service network to be a social network (graph), which is composed of a set of services (i.e., nodes) and a set of relationships (links) between these services. The services can be owned by different legal, autonomous entities (i.e., service providers). A relationship between two services exist, if a customer consumed those services jointly (i.e., at the same time or within a certain time period sequentially) or if a business relationship between two service providers which offer the services exist. Consequently, two types of links (i.e., business-related and customer-related link) can be differentiated. The weights attached to the customer-related links indicate the frequency of joint use of those services by customers within a certain time period. These customer-related links represent the value created for consumers and, consequently, the competitiveness of the jointly offered services. The set of provider-related links represents the openness of the network. The more business relationships exist, the closer the service providers collaborate.

Based on the definition of the service network declaration, Figure 2 shows an example of a service network. The example shows five Cloud services (i.e., server resource service, storage resource service, identity management service, payment service, and shop Web site service) that are offered in Cloud computing. A link between two services exists, if a customer jointly consumed those services for the execution of one task. The link weights represent how often two services have jointly been used. For example, if one customer uses three services jointly, each of the links between the three services gets increased by 1. Two services are also connected (although through a different type of link), if they providers of those services have a formal business relationship. In Figure 2, PayPal, the provider of the payment service, has a formal relationship with Adrive, the storage resource provider.



**Figure 2:** An Example of the Cloud computing service network. While the services and their relationships have been identified through research, the link weights are made up

Service network specification: The network, the nodes, and the links can be characterized through a set of criteria, which were identified through our analyses of one case study and a supporting literature review. These criteria are grouped into three criteria dimensions: network characteristics dimension, node characteristics dimension, and link characteristics dimension. While the network characteristics dimension addresses the overall network, the node characteristics dimension relates to the services, and the link characteristics dimension relates to the relationships between services.

As the network characteristics dimension defines the characteristics of the overall network, it deals with criteria that describe the set of services, the set of providers, the purpose of the network, and the overall network organization. Therefore, this dimension consists of six criteria: number of nodes, configuration, technology orientation, proximity, power hierarchy, service process, variety of services, variety of providers, and sharing of tasks and workloads.

The node characteristics dimension represents the second dimension of the classification scheme and entails a set of criteria that describes the service offered by service providers. This dimension captures: interoperability, digitalization, inseparability, perishability, degree of automated interaction, customer orientation, point of contact, and service class.

The link characteristics dimension is the third of the three dimensions. It describes the actors that establish the relationships between services. These actors are customers and service providers. The kind of customers and the kind of providers have a large impact on how relationships are established between services. The link characteristics dimension consists of customer-related and provider-related criteria: customer type, past customer experience, customer sophistication, service provider size, and provider relationship.

## 5 Conclusion

This paper proposed a new definition of service networks. The need for a service network definition that can provide a comprehensive classification of service networks comes from the fact that an increasing number of standard physical services are supported by distributed, service-oriented information systems. This interaction requires understanding the service networks built through the combination of traditional services and IT services.

The classification scheme is the result of a literature research and one case study analysis. The case study revealed a set of criteria that have not been considered in literature earlier. The classification scheme, which follows a social network approach, comprises 22 criteria, sorted into three dimensions: network characteristics dimension, node characteristics dimension, and link characteristics dimension.

The benefit of the service network classification scheme is threefold: First, the similarities and differences of service networks can be identified by comparing their criteria values. Second, it allows for defining classes of service networks, which value propositions can be analyzed with respect to management cost and revenue. Third, best practice cases can be identified for designing new service networks.

## 6 Acknowledgement

This work has been funded by the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) within the ITEA 2 project 10014 EASI-CLOUDS.

## 7 References

- [1] Achrol, R.S.; Kotler, P. (1999): Marketing in the network economy. *J. Marketing* 63, 146-163.
- [2] Altmann, J.; Ion, M.; Bany Mohammed, A. (2007): Taxonomy of Grid business models. *GECON 2007, Workshop on Grid Economics and Business Models*, Springer LNCS.
- [3] Bany Mohammed, A.; Altmann, J.; Hwang, J. (2010): Cloud computing value chains: Understanding business and value creation in the Cloud. In: *Economic Models and Algorithms for Distributed Systems*. Birkhäuser Autonomic Systems, Springer.
- [4] Barros, A.; Dumas, M. (2006): The rise of Web service ecosystems. *IT Professional*, 8 (5), 31-37.
- [5] Basole, R. C.; Rouse, W. B. (2008): Complexity of service value networks. Conceptualization and empirical investigation. *IBM Systems Journal*, 47 (1), 53-70.
- [6] Bernstein, D.; Ludvigson, E.; Sankar, K.; Diamond, S.; Morrow, M. (2009): Blueprint for the Intercloud - Protocols and formats for Cloud computing interoperability. *IEEE ICIW 2009*. 328-336.
- [7] Chesbrough, H.; Spohrer, J. (2006): A research manifesto for services science, *Communications of the ACM* 49 (7), 35-40.
- [8] Cook, D. P.; Goh, C. H.; Chung, C. H. (1999): Service typologies. A state of the art survey. *Production and Operations Management* 8 (3), 318-338.
- [9] Gaur, S. S.; Evanschitzky, H.; Ahlert, D.; Kolhatkar, A. A. (2006): Marketing innovative service solutions with inter-organizational service networks: opportunities and threats. *Arbeitsbericht Nr. 26 des Kompetenzzentrums Internetökonomie und Hybridität, ERCIS*.
- [10] Greenberg, A.; Hamilton, J.; Maltz, D. A.; Patel, P. (2009): The cost of a Cloud. Research problems in data center networks. *Comput Commun Rev*, 39 (1), 68-73.
- [11] Herbig, P.; Milewicz, J. (1995): The relationship of reputation and credibility to brand success. *Journal of Consumer Marketing* 12 (4), 5-10.
- [12] Järvinen, R.; Lehtinen, U. (2004): Services, e-Services and e-Service innovations - Combination of theoretical and practical knowledge. *Frontiers of e-Business Research*.
- [13] Karni, R.; Kaner, M. (2006): An engineering tool for the conceptual design of service systems. In: *Spath and Fahnrich. Advances in Service Innovations*. Springer, NY, 65-84.
- [14] Maglio, P. P.; Kreulen, J.; Srinivasan, S.; Spohrer, J. (2006): Service systems, service scientists, SSME, and innovation. *Communications of the ACM* 49 (7), 81-85.
- [15] Maitland, C. F.; van de Kar, E.; Montalvo, U. (2003): Network formation for provision of mobile information and entertainment services. *16th Bled eCommerce Conference*.
- [16] Osterwalder, A. (2004): The business model ontology: a proposition in a design science approach, Thesis, Lausanne.
- [17] Prahalad, C. K.; Hamel, G. (1990): The core competence of the corporation. In *Harvard Business Review* 68 (3), 66-78.
- [18] Rai, A.; Sambamurthy, V. (2006): The growth of interest in services management: Opportunities for information systems scholars, *Inf. Systems Research* 17 (4), 327-331.



- [19] Regan W. J. (1963): The service revolution. *Journal of Marketing* 47, 57-62.
- [20] Riedl, C.; Böhmman, T.; Rosemann, M.; Krcmar, H. (2009): A framework for analysing service ecosystem capabilities to innovate. 17th European Conf. on Info. Systems, Italy.
- [21] Schroth, C. (2007): The internet of services. Global industrialization of information intensive services. 2nd Intl. Conference on Digital Information Management, ICDIM.
- [22] Shostack, G. (1977): Breaking free from product marketing. *J. Marketing* 41, 73-80.
- [23] Silvestro, R.; Fitzgerald, L.; Johnston, R.; Voss, C. (1992): Towards a classification of service processes. *International Journal of Service Industries Management* 3 (3), 62-75.
- [24] Smith, H.; Wheeler, J. (2002): Managing the customer experience: Turning Customers into Advocates, Prentice Hall, London.
- [25] Tapscott, D.; Lowy, A.; Ticoll, D. (2000): Digital capital. Harnessing the Power of Business Webs. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA.
- [26] Tuomela, A. (2004): Governance of network organizations from the building owner's perspective. *Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research*. 2.
- [27] van Triest, S. (2005): Customer size and customer profitability in non-contractual relationships. *Journal of Business & Industrial Marketing* 20 (3), 148-155.
- [28] Winch, G.; Gyllstrom, H.; Sauer, F.; Seror-Märklin, S. (1997): The virtual neural business system: A vision for IT support for the network form organization. *Mngt Decision* 35 (1), 40-48.
- [29] Zhang, D.; Chen, M.; Zhou, L. (2005): Dynamic and personalized Web services composition in E-business. *Information Systems Management* 22 (3) 50-65.



# Potenzielle Erfolgsfaktoren von SaaS-Unternehmen

**Claus-Peter H. Ernst**

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL,  
55128 Mainz, E-Mail: ernstcp@uni-mainz.de

**Franz Rothlauf**

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL,  
55128 Mainz, E-Mail: rothlauf@uni-mainz.de

## Abstract

Aufgrund des Mangels an spezifischen SaaS-Erfolgsfaktorstudien identifiziert der Beitrag zunächst potenzielle Erfolgsfaktoren aus Unternehmenssicht in der verwandten Literatur. So werden allgemeinen Faktoren des Unternehmenserfolgs, Erfolgsfaktoren von Outsourcing- und Dienstleistungsunternehmen sowie Erfolgsfaktoren von Unternehmen, deren Kerngeschäft über das Internet abgewickelt wird, identifiziert. Nach einer Verdichtung erfolgen theoretische Überlegungen, welche Faktoren tatsächlich sinnvoll in einen Zusammenhang mit SaaS gebracht werden können. Schließlich wird ein potenziell erheblicher Erfolgseinfluss durch die Faktoren Produkt, Vertragsgestaltung, Kundennähe, Mitarbeiter, Know-how, Partnerschaften/Netzwerke, Kapitalausstattung und Innovationen postuliert.

## 1 Einführung

Die Erfolgsfaktorenforschung untersucht, welche Faktoren „wie“ und „warum“ einen positiven oder negativen Einfluss auf den Unternehmenserfolg haben. Die Kenntnis derer ist für jedes Unternehmen wichtig, da erfolglose Unternehmen nicht langfristig bestehen können. So kann das Wissen um die Ursachen von Erfolg bzw. Misserfolg vom Management als Anhaltspunkt für strategische, taktische sowie operative Entscheidungen und letztlich als eine Grundlage für den Erfolg selbst dienen.

Bisher existieren keine spezifischen Studien zu Erfolgsfaktoren der Geschäftsmodelle von *Software as a Service* (SaaS)-Anbietern. Dieses Fehlen ist jedoch nicht auf eine grundsätzliche Irrelevanz von SaaS-Erfolgsfaktoren zurückzuführen, sondern liegt eher in dem relativ jungen Alter der Geschäftsmodelle begründet.

Dieser Beitrag soll daher mögliche relevante Erfolgsfaktoren von SaaS-Anbietern aufzeigen. Hierfür werden potenzielle Erfolgsfaktoren literaturbasiert identifiziert. Darauf aufbauend werden jene Faktoren verdichtet, literaturbasiert begründet und identifiziert, welche tatsächlich sinnvoll mit SaaS in Verbindung gebracht werden können.

## 2 Begriffsdefinitionen

### 2.1 SaaS(-Unternehmen)

Bei einer Analyse der Webseiten von über 200 im Internet recherchierter SaaS-Unternehmen wurde festgestellt, dass SaaS bei einer Vielzahl von Anbietern kein exklusives Geschäftsmodell, sondern nur einen Teil des Produktportfolios darstellt (vgl. bspw. [26]).<sup>1</sup> Darauf aufbauend versteht dieser Beitrag SaaS-Unternehmen als solche Unternehmen, welche wenigstens ein SaaS-Geschäftsmodell betreiben.

Dabei werden SaaS-Geschäftsmodelle von verschiedenen Eigenschaften und Besonderheiten geprägt. SaaS zählt zu den netzbasierten Diensten und ermöglicht sowohl Privat- als auch Geschäftskunden, Software aus der eigenen IT-Umgebung auszulagern und über das Internet zu betreiben [5]. Zu diesem Outsourcing von IT-Funktionen kommt in der Regel eine Fokussierung auf begleitende Dienstleistungen unter anderem in den Bereichen Einführung, Betrieb, Wartung, Aktualisierung, Betreuung und Problembeseitigung [33].

Um die Software zu nutzen, ist typischerweise ein mit dem Internet verbundener PC mit Webbrowser ausreichend, so dass zusätzliche Hard- und Softwareinstallationen auf Kunden-seite entfallen. Der Kunde vollzieht den Softwarebetrieb und –zugriff vollständig über das Internet, während die eigentliche Ausführung der Applikation auf den eigenen oder ebenfalls angemieteten Servern des SaaS-Anbieters erfolgt [16]. Individuell kombinierbare Funktionspakete ermöglichen dem Kunden, nur tatsächlich benötigte Funktionalitäten zu beziehen und zu bezahlen. Dafür verwendet SaaS in der Regel verbrauchs-, nachfrageabhängige sowie zeitbasierte On-Demand-Mietmodelle, bei welchen der tatsächliche Ressourcenverbrauch je Nutzer bedarfsgerecht und flexibel gestaltet sowie abgerechnet werden kann (siehe bspw. [5] & [31]).

Durch die Verwendung einer Multi-Tenant-Architektur ermöglicht SaaS, dass verschiedene Benutzer dieselbe Anwendung auf einer gemeinsamen Infrastruktur nutzen (vgl. bspw. [8] & [16]). Dennoch bieten SaaS-Geschäftsmodelle Kunden oft auch einen hohen Grad an Individualisierung. So können Standardlösungen durch die individuell kombinierbaren Funktionspakete und anpassbaren Benutzeroberflächen für den Kunden spezifisch konfiguriert und angepasst werden [31].

### 2.2 Erfolgsfaktoren

Ausgehend von den kritischen Erfolgsfaktoren von Rockart [32] sowie den strategischen Planungsansätzen *Market-based View* [30] und *Resource-based View* [40] können sämtliche internen und externen Bedingungen und Parameter, welche einen erheblichen positiven oder negativen Einfluss auf die Erreichung der festgelegten Unternehmensziele haben können, als für ein Unternehmen relevante Erfolgsfaktoren betrachtet werden.

Diese Definition bezieht sich explizit auf Unternehmensziele. Diese können jedoch grundsätzlich vom jeweiligen Unternehmen individuell festgelegt werden, so dass eine Vergleichbarkeit erschwert wird. Allerdings wird die Gewinnerzielung in der Literatur regelmäßig als unternehmensübergreifendes Hauptziel angenommen, ohne jedoch etwaige Nebenziele wie Reputation oder Machtausbau explizit auszuschließen (vgl. bspw. [41]).

---

<sup>1</sup> Bei der Identifikation der Anbieter wurde sich zum größten Teil auf den Lösungskatalog des SaaS-Forums [27] gestützt. Ergänzende Anbieter wurden über Internet-Suchmaschinen identifiziert. Insgesamt ergab sich so eine Stichprobe mit (inter-) national tätigen SaaS-Unternehmen aller Größen und einer Vielzahl von Branchen.

### 3 Potenzielle SaaS-Erfolgsfaktoren in der Literatur

Bevor eine Identifikation potenzieller SaaS-Erfolgsfaktoren vorgenommen werden kann, ist zu fragen, welche Faktoren überhaupt sinnvoll in einen Zusammenhang mit SaaS-Unternehmen gebracht werden können. Hierfür wird eine Metabeschreibung des Geschäftsgebarens von SaaS-Unternehmen verwendet, welche eine möglichst breite und umfassende initiale Sammlung von Erfolgsfaktoren gewährleistet.

So handelt es sich bei SaaS-Anbietern allgemein um *Unternehmen*, deren *Dienstleistungen* es dem Kunden ermöglichen, Software aus der eigenen IT-Umgebung *auszulagern* und über das *Internet* zu betreiben. Neben SaaS-spezifischen Faktoren können SaaS-Erfolgsfaktoren daher auch von allgemeinen Faktoren des Unternehmenserfolgs, Erfolgsfaktoren von Outsourcing- und Dienstleistungsunternehmen sowie Erfolgsfaktoren von Unternehmen, deren Kerngeschäft über das Internet abgewickelt wird, abgeleitet werden.<sup>2</sup>

Auf dieser Grundlage identifizieren die folgenden Abschnitte nun potenzielle SaaS-Erfolgsfaktoren. Dabei werden jeweils die verwendete Methodologie der Studien sowie deren Ergebnisse zusammengefasst wiedergegeben. Aufgrund des Mangels an geeigneten SaaS-Erfolgsfaktorstudien erfolgt die Herleitung potenzieller spezifischer Erfolgsfaktoren argumentativ auf Basis der Literatur. Abschließend werden die gesammelten Erfolgsfaktoren durch die Zusammenfassung inhaltlich ähnlicher Faktoren verdichtet.

#### 3.1 Allgemeine Erfolgsfaktoren von Unternehmen

In den im Rahmen des *Profit Impact of Market Strategy*-Projekts (PIMS) veröffentlichten Studien wurden eine Reihe von allgemeinen Einflussfaktoren auf den Erfolg eines Unternehmens identifiziert (vgl. bspw. [9]). Den empirischen Studien lagen dabei gesammelte Daten von mehreren hundert Unternehmen zu Grunde, welche mittels quantitativer Analyseverfahren ausgewertet wurden. Als wichtigste Einflussfaktoren wurden Marktanteil, Produktqualität, Zeitpunkt des Markteintritts und Kapitalintensität identifiziert (siehe bspw. [6]).

Peters und Waterman [28] untersuchen in ihrer Arbeit solche Faktoren, welche ein Unternehmen zu einem Spitzenunternehmen machen. Dafür wählten sie 62 US-amerikanische Unternehmen aus und analysierten deren Erfolg in einem Zeitraum von 20 Jahren anhand zuvor festgelegter Kriterien wie bspw. der durchschnittlichen Eigenkapitalrendite. 43 Unternehmen erfüllten dabei die Kriterien und wurden als erfolgreich eingestuft. Mit 21 Unternehmen wurden anschließend eingehende, mit 22 weniger ausführliche Interviews geführt. Ergänzend wurden 12 Unternehmen, welche an den festgelegten Kriterien nur knapp gescheitert waren, ebenfalls interviewt. Außerdem erfolgte eine ausführliche Literaturrecherche. Peters und Waterman stellten fest, dass Unternehmenserfolg erheblich durch ergebnis- und lösungsorientiertes Vorgehen, Kunden-nähe, Vertrauen in die Mitarbeiter, die Förderung von herausragenden Talenten, ein durch die Führungskräfte sichtbar gelebtes Wertesystem, die Bindung an das angestammte Geschäft, einen einfachen flexiblen Aufbau sowie ein Nebeneinander von straffer zentraler Führung bei möglichst großer Selbstständigkeit des Einzelnen beeinflusst wird.

---

<sup>2</sup> Aus Vereinfachungsgründen werden Unternehmen, deren Kerngeschäft über das Internet abgewickelt wird, im Folgenden als Internet-Unternehmen bezeichnet.

Nagel [25] vergleicht ausgewählte Arbeiten zu den Erfolgsfaktoren von Unternehmen und arbeitet deren Gemeinsamkeiten heraus. Wesentliche Determinanten des Unternehmenserfolgs sind demnach klare Geschäftsgrundsätze, Einsatz von Ziel-/Kontrollsystemen, strategieorientierte Organisation, effizientes sowie effizienzförderndes Führungssystem, verstärkte Nutzung sowie Förderung der Fähigkeiten und Kompetenzen der Mitarbeiter, Einsatz eines marktnahen Informations- und Kommunikationssystems, Kundennähe.

Steinle et al. [34] basieren ihre Identifikation von Erfolgsfaktoren auf ein zunächst erarbeitetes theoriegestütztes Erfolgsfaktorenkonzept. Nach einer Pretest-Phase zur Finalisierung des Fragebogens wurde eine dreistufige Panelstudie durchgeführt. Insgesamt identifizieren sie in ihrer Arbeit folgende Erfolgsfaktoren: Entwicklung von Innovationen, Schnelligkeit in den Geschäftsabläufen, gelebtes Wertesystem, optimal integrierte Informations- und Kommunikationssysteme, umfassende Planungen, Entscheidungseinbeziehung der sowie Anpassung an Umweltfaktoren, ständige Kontrolle der Strategie, Berücksichtigung des Umweltschutzes, Erkennen von erfolgsversprechenden Strategien, Einbeziehung aller Beteiligten in Entscheidungen.

### **3.2 Erfolgsfaktoren von Outsourcingunternehmen**

Georgius und Heinzl [9] analysieren in ihrer Studie zu den Strategien und Erfolgsfaktoren von *IT- und Business Process Outsourcing*-Anbietern zehn führende deutsche Anbieter. Dabei stützen sie sich auf einen literaturbasierten konzeptionellen Bezugsrahmen. Sie kommen zu dem Schluss, dass es bei der Kundenakquise von Outsourcingunternehmen von Vorteil ist, wenn bereits Verbindungen zu potenziellen Kunden durch andere Unternehmensbereiche oder Partnerunternehmen bestehen. Ebenso beeinflussen die von außen wahrgenommene finanzielle Stabilität, die verfolgte Wettbewerbsstrategie, der Bekanntheitsgrad, die globale Präsenz, Erfahrungen des Anbieters, vorhandene Referenzkunden, Schnelligkeit, Flexibilität, das Eingehen auf besondere Wünsche, Skaleneffekte, Branchenwissen sowie Prozess-Know-how den Erfolg.

Ergänzend haben laut McFarlan und Nolan [23] die Breite des Angebots, die Flexibilität des Vertrages, die Dauer der Verhandlungen, die Unternehmenskultur sowie die Qualität der Partnerschaft einen potenziellen Einfluss auf den Erfolg. Michell und Fitzgerald [24] identifizieren Erfolgsauswirkungen der Unternehmensgröße, der Verwendung nicht proprietärer Standards und des Preises; Halvey und Melby [15] führen den Einfluss von Reputation und Image an; Lacity und Willcocks [21] sehen einen Einfluss der Vertragsart und -laufzeit; Weidner [39] identifiziert den Einfluss der Unternehmensherkunft; Grover et al. [13] betonen die Wichtigkeit der Service-Qualität.

### **3.3 Erfolgsfaktoren von Dienstleistungsunternehmen**

Die von Gleich und Scholich [11] herausgegebene Studie zu den Treibern des Dienstleistungserfolgs basiert auf einem zweistufiges Vorgehen. So wurden auf Basis einer explorativen Vorstudie anhand von sieben Experteninterviews mit Vertretern führender deutscher Dienstleistungsunternehmen theoretische Grundlagen erarbeitet. In der daran anschließenden Phase wurden 105 Dienstleistungsunternehmen mit mehr als 400 Mitarbeitern befragt und die erhobenen Daten quantitativ analysiert. Dabei identifizieren sie systematisches Management von internen sowie externen Veränderungen, strukturiertes Innovationsmanagement, systematisches Wissensmanagement, Strategie des „frühen Folgers“, hohe Kenntnis der Kunden und des

Marktes, Kundennähe, Partnerschaften, Förderung informeller Netzwerke, offene Unternehmenskultur, zielgerichtetes Marketing und Investitionen in Mitarbeiter als Einflussfaktoren auf den Erfolg von Dienstleistungsunternehmen.<sup>3</sup>

### 3.4 Erfolgsfaktoren von Internet-Unternehmen

Booz-Allen & Hamilton [2] beschreiben in ihrer Arbeit theoriegestützt und an jeweils einem Fallbeispiel illustriert erhebliche Erfolgsfaktoren von Internet-Unternehmen. Dazu zählen die klare Definition der Unternehmensziele und Strategien, strategische Partnerschaften, die Verwendung einer Marke, Preissetzung, individualisierte Angebote, Kundennähe, kunden(gruppen)individuelles Marketing, Aufbau einer Community, flache Hierarchien und Eigenverantwortung sowie strategischer IT-Einsatz.

### 3.5 Erfolgsfaktoren in der SaaS-nahen Literatur

Obwohl sich in der Literatur keine Studien zu spezifischen Erfolgsfaktoren von SaaS-Geschäftsmodellen finden, ist ein Einfluss spezifischer Erfolgsfaktoren wahrscheinlich. Im Folgenden werden daher SaaS-nahe Arbeiten betrachtet und Rückschlüsse auf SaaS-spezifische Erfolgsfaktoren gezogen.

Matros et al. [22] beschäftigen sich in ihrer Arbeit mit der Entwicklung eines Kennzahlensystems für die erfolgsbasierte Evaluation von SaaS-Lösungen aus Kundensicht. Dafür befragten sie explorativ sieben Experten aus SaaS-Unternehmen in Deutschland mit bis zu 500 Mitarbeitern. Dabei identifizieren sie verschiedene Einflussfaktoren, welche die Attraktivität eines SaaS-Anbieters bzw. einer SaaS-Lösung aus Kundensicht bestimmen. So spielen laut Matros et al. Kosten eine wichtige Rolle. Anschaffungskosten neuer Hard- und Software, Anpassungskosten vorhandener IT, Wartungskosten sowie etwaige Wechselkosten haben einen Einfluss auf die Attraktivität einer SaaS-Lösung aus Kundensicht. Darauf aufbauend ist anzunehmen, dass der Preis der SaaS-Lösung, aus Kundensicht Kosten, einen erfolgsbeeinflussenden Faktor darstellen könnte. Der von Matros et al. festgestellte Einfluss kurzer Implementierungszeiten und der Entwicklungsdauer von in Auftrag gegebener Software impliziert eine SaaS-erfolgsbeeinflussende Wirkung von Schnelligkeit. Die Betonung der Wichtigkeit von Möglichkeiten einer bedarfsgerechten Nutzungsanpassung sowie den Umfang der bereitgestellten Funktionalität spricht für eine Interpretation jener als mögliche Erfolgsfaktoren. Negative Auswirkungen auf die Attraktivität einer SaaS-Lösung ergeben sich laut Matros et. al durch etwaige Lock-in Effekte, weshalb sich die Verwendung von nichtproprietärer Standards als möglicher Erfolgsfaktor anbietet. Aufgezeigte Bedenken des Kunden hinsichtlich des Kontrollverlustes sowie der Datensicherheit aufgrund der Leistungserbringung Dritter und vertragliche Unsicherheiten, bedingt durch unterschiedliche rechtliche Grundlagen in verschiedenen Ländern, implizieren schließlich eine erfolgsbeeinflussende Wirkung von transparenten Prozessen, die Verwendung nichtproprietärer Standards, umfassenden Datenschutzrichtlinien sowie der Unternehmensherkunft.

Zusammenfassend lassen sich aus der Arbeit von Matros et al. folgende potenzielle Erfolgsfaktoren für SaaS-Geschäftsmodelle ableiten: Preis, Schnelligkeit, Ermöglichung flexibler Nutzungsanpassung, bereitgestellte Funktionalität, für den Kunden, transparente Prozesse, Verwendung nichtproprietärer Standards, umfassende Datenschutzrichtlinien und Unternehmensherkunft.

<sup>3</sup> Unter der Strategie des „frühen Folgers“ verstehen Gleich und Scholich (2008) den zeitnahen Markteintritt nach den ersten Marktpionieren.

Von Bechtolsheim und Loth [37] beschreiben argumentativ plausible Erfolgsfaktoren des SaaS-Vorgängers ASP (Application Service Provider). So muss die verfolgte Wettbewerbsstrategie mit dem ASP-Konzept kompatibel sein bzw. eine entsprechende Kompatibilität geschaffen werden. Außerdem darf eine ASP-Lösung nicht teurer sein als eine konventionelle Lösung. Die Verwendung einer Marke kann eine Differenzierungs- und Identifizierungsfunktion übernehmen. Durch das Angebot einer umfassenden Lösung benötigt der Kunde lediglich einen Anbieter für die Auslagerung der entsprechenden IT-Funktionen. Zusätzlich können über individuell zusammenstellbare Funktionspakete verschiedene Kundengruppen angesprochen werden. ASP-Anbieter sollten ausschließlich solche Service Level anbieten, welche sie auch sicher erfüllen können, um keine spätere Unzufriedenheit auf Kundenseite zu riskieren. Bedürfnisgerechte Preismodelle haben ebenso einen positiven Einfluss auf den Erfolg. Die angebotenen ASP-Lösungen sollten mit den technologischen Entwicklungen Schritt halten. Schließlich sollten attraktive Arbeitsbedingungen geschaffen sein bzw. werden, um qualifizierte IT-Experten erfolgreich beschäftigen zu können.

Aus diesen Erfolgsfaktoren lassen sich verschiedene potenzielle SaaS-Erfolgsfaktoren ableiten. So erscheint eine benötigte Kompatibilität zwischen Wettbewerbsstrategie und SaaS-Konzept plausibel, so dass sich SaaS als eine strategische Entscheidung darstellt. Ebenfalls erscheint plausibel, dass auch eine SaaS-Lösung nicht teurer sein darf als eine konventionelle Alternative und bedürfnisgerechte Preismodelle auch eine SaaS-Lösung attraktiv machen kann, so dass der Preis im Allgemeinen und bedürfnisgerechte Preismodelle im Speziellen als potenzielle SaaS-Erfolgsfaktoren in Frage kommen. Auch für SaaS kann die Verwendung einer Marke eine Differenzierungs- und Identifizierungsfunktion übernehmen, so dass auch Branding als erfolgsbeeinflussender Faktor denkbar ist. Da SaaS auf aktuellen Technologien basiert, erscheint auch die Beobachtung und Verwendung aktueller technologischer Entwicklungen für dessen Erfolg sehr wichtig. Das Anbieten ganzheitlicher Lösungen mit individuell zusammenstellbaren Funktionspaketen bietet auch für SaaS-Kunden die Vorteile, nur einen Dienstleister zu benötigen und gleichzeitig eine individuell angepasste Software zu beziehen. Dies impliziert eine erfolgsbeeinflussende Wirkung von Service aus einer Hand sowie dem Anbieten modularer Standardlösungen. Als Anbieter einer Dienstleistung sind auch für SaaS-Unternehmen Mitarbeiter eine entscheidende Ressource (vgl. [14]). Daher erscheint die Schaffung von Anreizsystemen für Mitarbeiter wichtig, um geeignete Mitarbeiter anwerben und halten zu können. Aufgrund der verwendeten Mietmodelle erscheint die Kundenzufriedenheit bei SaaS-Unternehmen eine besondere Wichtigkeit einzunehmen, da unzufriedene Kunden einen Mietvertrag nicht zwingend verlängern müssen. Der Argumentation von von Bechtolsheim und Loth folgend stellen somit auch geeignete Service Level einen potenziellen SaaS-Erfolgsfaktor dar.

Zusammenfassend liefert der Beitrag von von Bechtolsheim und Loth die folgenden potenziellen SaaS-spezifischen Erfolgsfaktoren: Branding, Service aus einer Hand, modulare Standard-Lösung, aktuelle Technologie, Preis, bedürfnisgerechte Preismodelle und Anreizsysteme für Mitarbeiter.

Susarla und Barua [35] untersuchen in ihrer Arbeit Faktoren, welche das Überleben von ASP-Anbietern beeinflussen. Dafür erarbeiten sie zunächst literaturbasiert Hypothesen um jene anschließend quantitativ zu überprüfen. Dabei stellen sie einen erheblichen Einfluss der Vertragsgestaltung auf den Erfolg von ASP-Anbietern fest. So spielen die Kosten des Anbieters und die gegenüberstehenden versprochenen Service Level eine entscheidende Rolle und sollten in Vertragsgestaltungen eine entsprechende Beachtung finden. Da SaaS-Unternehmen ihren



Kunden ein Outsourcing des Softwarebetriebs ermöglichen und in Outsourcingprojekten in der Regel ein besonderes Augenmerk auf die Vertragsgestaltung gelegt wird, erscheinen die Ergebnisse auch für SaaS plausibel und werden ohne Anpassungen übernommen (vgl. [12]).

Susarla et al. [36] gehen in ihrer Arbeit von einem erheblichen Einfluss der Kundenzufriedenheit auf den Erfolg von ASP-Unternehmen aus. Auf Basis der bestehenden Literatur erarbeiten sie ein konzeptionelles Modell, auf dessen Basis Hypothesen formuliert werden. Diese werden schließlich anhand der Daten von 256 Unternehmen, welche ASP-Lösungen nutzen, evaluiert. Sie finden, dass eine ASP-Lösung einer Desktoplösung ebenbürtig und in bestehende IT-Infrastrukturen integrierbar sein muss. Außerdem betonen sie, dass versprochene Service Level exakt eingehalten werden sollen. Diese Erfolgsfaktoren des Vorgängers erscheinen auch für SaaS sinnvoll anwendbar, weshalb eine Aufnahme in die Sammlung potenzieller Erfolgsfaktoren vorgenommen wird.

### **3.6 Ergebnisse der Literaturrecherche**

Die zuvor gesammelten potenziellen SaaS-Erfolgsfaktoren können nun verdichtet werden. Nach einer Zusammenfassung inhaltlich ähnlicher Erfolgsfaktoren ergeben sich folgende: Produkt, Vertragsgestaltung, Strategie, Unternehmenskultur, Kundennähe, Größe, Mitarbeiter, Aufbau und Organisation, Know-how, Partnerschaften/Netzwerke, Informations- und Kommunikationssysteme, Qualität, Kapitalausstattung, Marketing, Innovationen, Unternehmensherkunft sowie eine Residualkategorie.

Prinzipiell können allerdings sehr viele Faktoren mit dem Erfolg eines Unternehmens in Verbindung gebracht werden. Da ein erheblicher Einfluss aller Faktoren unwahrscheinlich erscheint (vgl. [32]), werden im nächsten Abschnitt Überlegungen angestellt, welche Faktoren einen tatsächlich erheblichen Einfluss auf den Erfolg von SaaS-Unternehmen haben könnten und somit der zuvor gegebenen Definition von Erfolgsfaktoren potenziell gerecht werden.

## **4 Potenzielle kritische SaaS-Erfolgsfaktoren**

Laut Bruhn und Hadwich ([4], S. 22) trägt ein attraktives Leistungsangebot u. a. durch seine „Auswirkungen auf die Ertrags- und Vermögenslage“ zu einem erheblichen Teil zur langfristigen Sicherung eines Unternehmens bei. Daher ist anzunehmen, dass die Aspekte der Erfolgsfaktorkategorie Produkt, welche das Leistungsangebot des Unternehmens determinieren, eine erhebliche SaaS-Erfolgsrelevanz haben können.

Susarla et al. [36] beschreiben in ihrer Arbeit die Wichtigkeit der Kundenzufriedenheit für das Überleben des SaaS-Vorgängers ASP. Kundennähe kann die Kundenzufriedenheit positiv beeinflussen (vgl. bspw. [20]). Daher wird eine erfolgsbeeinflussende Wirkung derer bei SaaS angenommen.

Bei Outsourcingprojekten wird in der Regel ein besonderes Augenmerk auf die Vertragsgestaltung gelegt (siehe. bspw. [12]). Da es sich bei SaaS um eine Outsourcing-Dienstleistung handelt, spielt auch hier die Vertragsgestaltung eine wichtige Rolle. Ein erheblicher Einfluss auf den Unternehmenserfolg eines SaaS-Anbieters ist daher anzunehmen.

Bei Dienstleistungsunternehmen stellen Mitarbeiter „die zentrale Ressource dar“ ([14], S. 259).<sup>4</sup> Aufgrund dieser hohen Bedeutung wird ein erheblicher erfolgswirksamer Einfluss des Personals für SaaS-Anbieter als Dienstleistungsunternehmen angenommen. Für eine Beratung vor der Einführung, das Anbieten ergänzender Dienstleistungen sowie den eigentlichen SaaS-Betrieb erscheint ein umfangreiches themenspezifisches Wissen wichtig, so dass auch Know-how den Unternehmenserfolg erheblich determinieren kann.

Durch Partnerschaften können sich Unternehmen mit ihren jeweiligen Kernkompetenzen gegenseitig ergänzen (vgl. [17]). So bieten sich bei SaaS-Anbietern bspw. Kooperationen mit Drittherstellern von Software aufgrund der hohen Kosten für Eigenentwicklungen an (siehe bspw. [1]). Ein erheblicher SaaS-Erfolgseinfluss durch Partnerschaften wird daher angenommen.

Wittmann et al. beschreiben Strategie als „zentrale Aufgabe der Unternehmensführung“ ([38], S. 11). Daher wird angenommen, dass eine Strategie für den Erfolg jedes Unternehmens zwar wichtig ist, dabei jedoch eher eine grundsätzliche Anforderung darstellt. Gleiches gilt für Marketing, da keine gegensätzlichen Hinweise hinsichtlich einer besonderen Wichtigkeit bei SaaS-Anbietern vorliegen (vgl. bspw. [18]).

Laut Bowbrick [3] spielt Qualität bei jeder Entscheidung bzgl. Kauf, Verkauf oder Herstellung eine Rolle. Daher wird auch Qualität als grundsätzliche Anforderungen für den Unternehmenserfolg angenommen und nicht als SaaS-spezifischer Erfolgsfaktor interpretiert. Kotter und Heskett [19] stellen in ihrer Arbeit fest, dass die Unternehmenskultur einen nachhaltigen Einfluss auf den langfristigen Unternehmenserfolg haben kann. Dabei beschränken sie ihre Ergebnisse nicht auf bestimmte Arten von Unternehmen. So wird ein sich von anderen Unternehmen unterscheidender Erfolgseinfluss der Unternehmenskultur für SaaS angezweifelt.

In der Literatur werden die Vor- und Nachteile der Größe von Unternehmen ausführlich diskutiert (vgl. bspw. [29]). Jede Unternehmensgröße besitzt demnach spezifische Vor- und Nachteile, wodurch im jeweiligen Einzelfall spezifisch entschieden werden muss, ob eine positive oder negative Erfolgsbeeinflussung überwiegt. Eine Aufnahme als SaaS-unternehmensübergreifender Erfolgsfaktor erscheint daher nicht sinnvoll.

In den meisten Arbeiten konnte keine Verbindung zwischen einem spezifischen Aufbau oder einer spezifischen Organisation und SaaS-Geschäftsmodellen festgestellt werden (siehe bspw. [5] & [16]). Daher wird eine erhebliche Erfolgswirksamkeit als unwahrscheinlich eingeschätzt.

Zwar basiert das Produkt der SaaS-Geschäftsmodelle auf Informations- und Kommunikationssystemen, eine entscheidende erfolgsbestimmende Rolle der analog benannten Erfolgsfaktorkategorie wird jedoch nicht angenommen. Sie bezieht sich nicht auf das angebotene Produkt selbst, sondern auf die interne Verwendung von IT. Da Informations- und Kommunikationssysteme jedoch in einer Vielzahl von Unternehmen aller Branchen Anwendung finden, erscheint eine besondere Betonung jener auch bei Anbietern IT-basierter Produkte nicht sinnvoll.

Der Softwarebetrieb in SaaS-Geschäftsmodellen erfolgt unter Verwendung innovativer Internet-Technologien und -Standards. Durch immer kürzer werdende Produktlebenszyklen gerade im IT-Bereich und dem ständigen technologischen Fortschritt erscheinen Innovationen wichtig für SaaS-Anbieter (vgl. bspw. [4]).

---

<sup>4</sup> Hervorhebung im Original.

Neben den hohen Fixkosten für eine Softwareeigenentwicklung kommen auf SaaS-Anbieter auch hohe Kosten für Betrieb und Wartung zu (siehe bspw. [1]). Eine entsprechende Kapitalausstattung erscheint daher als erheblicher Erfolgsfaktor plausibel.

Die identifizierte Unternehmensherkunft kann als ein das generelle Unternehmensumfeld abdeckender bzw. zusammenfassender Erfolgsfaktor interpretiert werden. Allerdings zählt die „Beschäftigung mit [...] der Unternehmensumwelt [...] seit jeher zu den Hauptaufgaben der Unternehmensführung“ und Unternehmen unterschiedlicher Herkunft sehen sich stets verschiedenen Makroumfeldern gegenüber ([7], S.VII). Daher wird eine sich von anderen Unternehmen unterscheidende erfolgsbestimmende Wirkung bei SaaS nicht angenommen.

Die Faktoren der Residualkategorie wurden aufgrund des mangelnden direkten Bezugs als nicht erheblich erfolgsbestimmend für SaaS angenommen. Von einer genaueren Begründung soll hier abgesehen werden.

Zusammenfassend werden die Erfolgsfaktoren Produkt, Vertragsgestaltung, Kundennähe, Mitarbeiter, Know-how, Partnerschaften/Netzwerke, Kapitalausstattung und Innovationen als potenziell erheblich SaaS-erfolgsbeeinflussend eingeschätzt.

## 5 Zusammenfassung und Fazit

Die Ergebnisse dieses Beitrags stellen einen ersten Schritt in der SaaS-Erfolgsfaktorenforschung dar. Es wurden allgemeine Faktoren des Unternehmenserfolgs, Erfolgsfaktoren von Outsourcing, Dienstleistungs- und Internet-Unternehmen sowie spezifische SaaS-Erfolgsfaktoren in der Literatur gesammelt. Nach einer Verdichtung wurde argumentativ begründet, welche Faktoren einen erheblichen SaaS-Erfolgseinfluss haben könnten. So werden die Faktoren Produkt, Vertragsgestaltung, Kundennähe, Mitarbeiter, Know-how, Partnerschaften/Netzwerke, Kapitalausstattung und Innovationen als erheblich SaaS-erfolgsbeeinflussend eingeschätzt.

Insgesamt besitzen die Ergebnisse dieser Arbeit trotz ihrer Plausibilität keinen finalen oder gar allgemeingültigen Charakter. So wurde weder der Grund für die, noch die Art und Weise der Erfolgsbeeinflussung betrachtet. So kann auch keine Aussage über etwaige lediglich moderierend wirkende Effekte getroffen werden.

Für die noch am Anfang stehende SaaS-Erfolgsfaktorenforschung sind noch eine Vielzahl weitere Untersuchungen nötig, um genaue Vorstellungen gewinnen zu können. Dabei können die vorliegenden Ergebnisse als erster Ideengeber fungieren. So können in einem nächsten Schritt die hier identifizierten potenziellen SaaS-Erfolgsfaktoren anhand von Fallstudien überprüft, präzisiert und gegebenenfalls korrigiert sowie etwaige ergänzende Erfolgsfaktoren explorativ identifiziert werden.

## 6 Literatur

- [1] Boehm, BW (1981): Software engineering economics. Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ.
- [2] Booz-Allen & Hamilton (Hrsg) (2000): 10 Erfolgsfaktoren im e- business. Die Strategien der Gewinner. Eine Analyse neuer Geschäftsansätze im Internet. F.A.Z.-Verlag, Frankfurt/Main.
- [3] Bowbrick, P (1992): The economics of quality, grades and brands. Routledge, London.
- [4] Bruhn, M; Hadwich, K (2006): Produkt- und Servicemanagement. Vahlen, München.
- [5] Buxmann, P; Hess, T (2008): Software as a Service. Wirtschaftsinformatik 50(6): 500-503.
- [6] Buzzell, RD (2004): The PIMS program of strategy research. A retrospective appraisal. Journal of Business Research 57(5): 478-483.
- [7] Buchinger, G (1983): Vorwort des Herausgebers. In: Buchinger, G (Hrsg): *Umfeldanalysen für das strategische Management: Konzeptionen – Praxis – Entwicklungstendenzen*. Signum, Wien.
- [8] Dömer, F; Junker, J (2009): Trends im Informationsmanagement. IM Information Management & Consulting 24(4): S. 6-13.
- [9] Farris PW; Moore MJ: The Profit Impact of Marketing Strategy Project: Retrospect and prospects. Cambridge University Press, Cambridge.
- [10] Georgius, A; Heinzl, A (2005): Strategien und Erfolgsfaktoren von Anbietern im IT und Business Process Outsourcing in Deutschland. In: Ferstl, OK; Sinz, EJ; Eckert, S; Isselhorst, T (Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik 2005. eEconomy, eGovernment, eSociety*. Physica, Heidelberg: 409-428.
- [11] Gleich, R; Scholich, M (Hrsg.) (2008): Service Performance. Die neuen Treiber des Dienstleistungserfolgs.
- [12] Gross, J; Bordt, J; Musmacher, M (2006): Business Process Outsourcing. Grundlagen, Methoden, Erfahrungen. Gabler, Wiesbaden.
- [13] Grover, V; Cheon, MJ; Teng, JTC (1996): The effect of service quality and partnership on the outsourcing of information systems functions. Journal of Management Information systems 12(4): 89-116.
- [14] Haller, S (2005): Dienstleistungsmanagement. Grundlagen, Konzepte, Instrumente. 3. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [15] Halvey, JK; Melby, BM (2007): Information Technology Outsourcing Transactions: Progress, Strategies and Contracts. John Wiley & Sons, Hoboken.
- [16] Höß, O; Weisbecker, A; Spath, D (2008): Software as a Service. Potentiale, Risiken und Trends. IM Information Management & Consulting 23(4): 6-11.
- [17] Knop, R (2009): Erfolgsfaktoren strategischer Netzwerke kleiner und mittlerer Unternehmen: Ein IT-gestützter Wegweiser zum Kooperationserfolg. Gabler, Wiesbaden.
- [18] Kotler, P; Armstrong, G (2011): Principles of Marketing. 14. Auflage. Prentice Hall, Boston et al.
- [19] Kotter, JP; Heskett, JL (1992): Corporate culture and performance. Free Press, New York NY.

- [20] Krafft, M; Götz O (2006): Der Zusammenhang zwischen Kundennähe, Kundenzufriedenheit und Kundenbindung sowie deren Erfolgswirkungen. In: Wilde, KD; Hippner, H (Hrsg.): *Grundlagen des CRM*. 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden: 325-356.
- [21] Lacity, MC; Willcocks, LP (2002): Twenty customer and supplier lessons on Information Technology Sourcing. *Cutter Consortium* 3(3): 1-23.
- [22] Matros, R; Rietze, C; Eymann, T (2010): SaaS und Unternehmenserfolg: Erfolgskategorien für die Praxis. In: Benlian, A. ; Hess, T. ; Buxmann, P. (Hrsg.): *Software-as-a-Service. Anbieterstrategien, Kundenbedürfnisse und Wertschöpfungsstrukturen*. Gabler, Wiesbaden: 239-254.
- [23] McFarlan, FW; Nolan, RL (1995): How to manage an IT Outsourcing Alliance. *Sloan Management Review* 36(2): 9-23.
- [24] Michell, V; Fitzgerald, G (1997): The IT outsourcing marketplace: vendors and their selection. *Journal of Information Technology* 12(3): 223-237.
- [25] Nagel, K (1993): Die 6 Erfolgsfaktoren des Unternehmens. Strategie, Organisation, Mitarbeiter , Führungssystem, Informationssystem, Kundennähe. 5. Auflage. moderne industrie, Landsberg/Lech.
- [26] OV (2011): Business By Design | Cloud Based Business Software Solutions | SAP. <http://www.sap.com/solutions/products/sap-bydesign/index.epx>. Abgerufen am 17.09.2011.
- [27] OV (2011): SaaS Software-as-a-Service Cloud Computing Lösungskatalog. <http://www.saas-forum.net/anwendungen.html>. Abgerufen am 10.02.2011.
- [28] Peters, TJ; Waterman, RH (1982): In search of excellence: Lessons from America's best-run companies. Harper & Row, New York.
- [29] Pfohl, HC (2006): Abgrenzung der Klein- und Mittelbetriebe von Großbetrieben. In: Pfohl, HC (Hrsg.): *Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe. Größenspezifische Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Lösung*. 4. Auflage. Erich Schmidt, Berlin: 1-24.
- [30] Porter, ME (1980): Competitive strategy. Techniques for analyzing industries and competitors. Free Press, New York NY.
- [31] Repschläger, J; Pannicke, D; Zarnekow, R (2010): Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle und Entwicklungspotenziale. *HMD-Praxis der Wirtschaftsinformatik* 275: 6-15.
- [32] Rockart, JF (1979): Chief executives define their own data needs. *Harvard Business Review* 57(2): 81-93.
- [33] Schnieder, A (2008): Von ASP zu SaaS. Die Zeit ist reif für Software als Dienstleistung. *IM Information Management & Consulting* 23(4): 26-29.
- [34] Steinle, C; Kirschbaum, J; Kirschbaum, V (1996): Erfolgreich überlegen. Erfolgsfaktoren und ihre Gestaltung in der Praxis. F.A.Z., Frankfurt/Main.
- [35] Susarla, A; Barua, A (2011): Contracting efficiency and new firm survival in markets enabled by information technology. *Information Systems Research* 22(2): 306-324.

- [36] Susarla, A; Barua, A; Whinston, AB (2003): Understanding the service component of application service provision: An empirical analysis of satisfaction with ASP services. *MIS Quarterly* 27(1): 91-123.
- [37] Von Bechtolsheim, M; Loth, B (2000): Chancen und Risiken für Anwender und Anbieter von Application Service Providing. *IM Information Management & Consulting Sonderausgabe*, 15: 14-20.
- [38] Wittmann, RG; Reuter MP; Magerl, R (2009): *Unternehmensstrategie und Businessplan: Eine Einführung*. 2. Auflage. Redline, München.
- [39] Weidner, S (2000): *Analyse- und Gestaltungsrahmen für Outsourcing- Entscheidungen im Bereich der Informationsverarbeitung*. Peter Lang, Frankfurt/Main.
- [40] Wernerfelt, B (1984): A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal* 5(2): 171-180.
- [41] Wöhe, G (1976): *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 12. Auflage. Vahlen, München.

# Explaining the Governance of Software as a Service Applications: A Process View

**Till J. Winkler**

Humboldt-Universität zu Berlin, Institute of Information Systems, 10178 Berlin,  
E-Mail: [till.winkler@wiwi.hu-berlin.de](mailto:till.winkler@wiwi.hu-berlin.de)

**Oliver Günther**

Humboldt-Universität zu Berlin, Institute of Information Systems, 10178 Berlin,  
E-mail: [guenther@wiwi.hu-berlin.de](mailto:guenther@wiwi.hu-berlin.de)

## Abstract

Defining the allocation of decision rights for enterprise applications is a crucial issue in IT governance and organization design. Today, emerging delivery models such as Software as a Service (SaaS) defy the notion of the internal IT department as the focal point of centralized governance. Recognizing the importance of this issue, we find that the phenomenon of ‘SaaS governance’ itself is not yet well understood. Based on two cases of SaaS adoption, we take a process-theoretic approach to investigate the complex interaction between factors that influence in the allocation of SaaS authority. The results suggest that some factors, such as the locus of initiative and the decision for SaaS, interact with absorptive capacities and determine the later mode of application governance at a very early stage. Thus, the initiative for introducing SaaS emerges as an important intermediate variable between the overall IT governance mode and the resulting SaaS governance outcome.

## 1 Introduction

Firms are socio-technical systems. Any change to the technical infrastructure may also imply a change to the internal organization [18]. When implementing new enterprise applications, business and IT decision-makers face the challenge how to allocate decision rights for the use, management and enhancement of such application. This phenomenon has been commonly identified as an important aspect in IT governance.

In the past, the focus of IT governance has been directed on balancing between centralized (i.e. IT departmental) and decentralized (i.e. business units’) decision rights. This appears reasonable, as the internal IT department has been regarded as the focal point of IT delivery. However, emerging delivery models such as Software as a Service (SaaS) are likely to defy this view. With SaaS, a third party comes into play providing large parts of IT delivery, so that business departments may be more inclined to take over large parts of decision authority and application-related activities [8][23][24].

Previous work on SaaS governance has proposed a contingency model including organizational and technical categories to explain in which cases authority for the SaaS application is rather allocated to the business or to the IT side [23]. However, such models follow a variance-theoretic paradigm. Thus, they are hardly able to embrace complex temporal and causal interrelationships between the factors and fail to explain exactly how they are related [16].

In this work, we build on previous models and take a process-theoretic approach to examine the governance of SaaS-based applications. For this purpose, we first define a process model that considers the three actors business, IT and external provider. Then, we illustrate the applicability of this model in two cases of SaaS adoption to explain different governance outcomes. The comparison of the cases reveals some of the complex relationships and path dependencies between the variance-theoretic factors. The model can be used to study further cases of application adoption and better understand the allocation of application governance in each respective case.

The remainder is structured as follows: In the next section we review related work on IT governance, Software as a Service and process theory. Then, in Section 3 we present our process approach for investigating SaaS governance. Section 4 empirically demonstrates the approach in two cases of SaaS adoption. Section 5 summarizes the results and outlines limitations as well as future work.

## 2 Related Work

### 2.1 IT Governance and Subdomains

IT governance is commonly understood as a subset of corporate governance aiming to ensure that the IT organization sustains the organization's strategy and objectives [7]. Governance mechanisms are installed on structural, procedural and relational level to connect the stakeholders (i.e. the business) and the entities in authority of information technology (i.e. the IT department or external providers) [17]. While practitioner literature has much focused much on procedural mechanisms and developed several governance frameworks, such as ITIL and CoBIT [17], earlier IS research has related IT governance primarily to the "locus of authority for IT functions" [4], thus to the structural level [17].

Commonly, allocations of IT authority can be classified into *centralized*, *decentralized* and *federal* archetypes [4][20]. Weill and Ross [22] propose a more sophisticated framework comprising six governance archetypes (*business monarchy*, *IT monarchy*, *IT duopoly*, etc.), which essentially combine the horizontal (i.e. business vs. IT) with the vertical (i.e. executive vs. employee level) distribution of authority. Building on that, a few works demonstrate that firms need to allocate decision authority depending on their strategic goals, context and environment, for example in order to balance between the need for local flexibility versus global standardization [22]. Some authors have also broken down the concept of IT governance to different subdomains, such as infrastructure governance [9] and data governance [11]. Therefore it appears conceivable to draw on governance theory also to explain the mode of governance for Software as a Service, i.e. to explain 'SaaS governance'.



## 2.2 Software as a Service and Application Governance

Software as a Service (SaaS) refers to an increasingly deployed delivery model, where standard enterprise applications are provided as a service over the Internet [6]. Conceptually, SaaS is attributed to the highest layer of the cloud computing stack [1]. SaaS applications differ from traditional IT delivery inasmuch as they are designed for multiple tenants (i.e. user organizations) that share the same underlying infrastructure [6]. Economically, this often correlates with a subscription-based pricing model as opposed to a perpetual-use pricing model for traditional applications [5].

In order to reach a broad market, many SaaS offerings are designed for web-based mass customization, making it easier for user organizations to adopt and adjust the application to their own company-specific needs [21]. This in turn is likely to have an effect on internal governance structures, as some anecdotal evidence suggests [24]. Once business departments can source new software virtually on a mouse click and practically without upfront capital investment, it becomes harder for IT organizations to justify a 'man in the middle staffing' for SaaS applications [8]. Thus, the SaaS-based delivery model is about to defy the conventional logic behind centralized and decentralized governance.

## 2.3 Contingency Factors of SaaS Governance

Empirical work suggests that firms allocate responsibility for the same SaaS application in different ways [23]. These authors operationalize application governance by two variables capturing the decision as well as the execution level: *decision authority* and *task responsibility*. Both variables can be either allocated to business, the IT department or an external services provider. Furthermore, their work draws on previous contingency theories [20] and a grounded theory analysis of four cases to propose a number of factors that influence in the allocation of SaaS governance. The following five factors will also be used in course of this research to develop our process approach:

*Corporate governance* comprises the degree of *managerial autonomy* and the *strategic IT goals*, which can be either efficiency- or growth-oriented. Firms with higher autonomy in the business units are expected to be more inclined to allocate SaaS authority to business. The influence of strategic IS goals has been ambiguous. While IT governance literature suggests that efficiency-oriented IT goals generally correlate with more centralized autonomy [4][17] [22], some evidence suggest that this is not necessarily the case for SaaS applications [23].

*Absorptive capacities* in this context refer to business and IT knowledge. The more IT knowledge the business organization has 'absorbed', the more likely it is to take over application governance. Reversely, the more business knowledge IT employees possess, the more likely they are to govern the application [23].

*Initiative* characterizes the part of the organization (either business or IT) that brings up the idea for, and is driving the implementation of the application. It is proposed that the initiating party is also more likely to take over application governance [23].

*Specificity* refers to the degree of adapting the application to company-specific requirements. For SaaS, this typically takes place through customization [21]. High specificity is reflected in the degree of integration with the existing application landscape as well as with the amount of training required for the users of that application [23]. Therefore it is proposed that a higher specificity also demands more IT involvement in application governance [23].

Finally, the *scope of use* measures whether an application is used by the whole company or only a small fraction of employees [23]. Drawing on the rational of economies of scale, a wider scope of use is expected to correlate with more centralized application governance.

## 2.4 Variance and Process Theories

The contingency model presented in [23] follows a variance-theoretic paradigm. This class of research seeks to provide empirical associations based on the levels of an outcome (here: allocation of application governance) and its potential predictor variables [16]. While possessing the strength to aim for more generalizable results, variance-based approaches do not explain how the outcomes exactly occur [13]. Process theories are a complementary alternative which focuses on sequences of events over time in order to explain how and why particular outcomes are reached. Thus, the outcomes become at least partially predictable from the knowledge of the process, not from the level of predictor variables [15].

Process theories provide a vocabulary which is apt to study the phenomenon of interest [13]. When integrating factors from variance theories in such vocabulary, however, one should be cautious. Factors should not be understood as predictors of certain events (e.g. the degree of *specificity* of the system causes more work on system integration), but rather as a social action that helps to produce the outcome of interest (i.e. the activity of specifying the system is followed by system integration) [16]. In this study, we bear in mind these fundamental differences when connecting process models with factor models.

## 3 A Process Model for SaaS Adoption and Governance

In the following we propose a model to analyze the adoption process of SaaS applications with a special focus on explaining the arrangements regarding the governance outcomes of that application. The model comprises elements that define the phases, states, relationships, actors, and domains of governance factors in SaaS adoption.

### 3.1 Phases

Several approaches have been taken to describe the phases in the adoption of enterprise systems [14][19]. To structure the temporal sequence of action regarding our phenomenon, we define five phases.

The first phase of the model refers to *antecedent conditions and pre-decision* activities. Antecedent conditions are important for any process theory. They refer to the context and historical relationships, which are essentially the outcome of a history of prior activities likely to affect subsequent events [16]. We also aggregate relevant activities here that occur prior to the decision for implementing a certain SaaS application.

Second, the *decision phase* refers to activities and events that are related to the decision for the SaaS application, such as evaluating vendors and preparing the implementation project. This largely correlates with the project chartering phase in [14]. The third phase is the *implementation* itself [19]. It typically comprises a number of activities related to specifying and customizing the SaaS solution as well as rolling it out to the organization. In [14] this is simply referred to as 'the project'.

Any implementation project is followed by application operation and system use, denominated as the *assimilation phase*. Assimilation in this sense refers to the process in which the application is becoming a routinized element of the firm's activities [2]. Finally, we aggregate a *future phase* capturing such developments prospected to occur induced by the current use of the system.

### 3.2 States

As indicated, our process model follows the goal to describe the sequence of action that takes place in these phases. The choice on how to discretize this sequence is ultimately a question of the conceptualization of change [3]. While the *radical view* describes change as revolutionary punctuations followed by episodes of stability, the *incremental view* suggest that change rather occurs as a sequence of small evolutionary adjustments. The punctuated equilibrium view combines elements of both views, stating that change can alternate between both forms [3].

We adopt the latter view and define four types of states: *events*, *decisions*, *episodes* and *actions*. Events and decisions represent punctuations which can either follow episodes of stability or concrete actions of small incremental change. For example, the decision to use SaaS is a punctuation within the SaaS adoption process. It can be followed by a series of actions to implement that application, thus causing incremental change. The use of that application can be seen as an episode of stability that, however, may lead to further socio-technical changes.

### 3.3 Direct and Indirect Relationships

The relationships between these states are directed and characterized by temporal and causal dependencies. We differentiate between direct and indirect relationships. *Direct relationships* exhibit a clear temporal sequence and causal dependency, and thus can also be regarded as transitions that form the process. For example, the decision for SaaS (state A) leads to the action of making a contract with the SaaS provider (state B). This refers to a counterfactual understanding of event causality, if A had not occurred B would not have happened [12].

An *indirect relationship* can be regarded as a weaker causal dependency. For example, the decision for SaaS (state A) is one of the reasons for an IT representative to leave the firm (state C). Here, causality is used in a probabilistic way, A increases the likelihood of C to happen, however, C could also have occurred without the event A and vice versa [12]. Regarding the sequence of action, the time between two indirectly related states may be longer.

### 3.4 Actors

Most process theories relate the states to different categories regarding the outcome. For example, a social process model on system development maps each event to any of the three outcomes of acceptance, equivocation, or rejection [16]. However, as our change process is less concerned with success outcomes, but with the question of governance between business, IT and the external provider, our mapping relates to the actors. For each state it defines the actor who is mostly concerned with the respective decision, event, episode or action. This does not exclude hybrid mappings, e.g. to business and IT parallelly. Graphically this can be illustrated by the use of swimlanes and overlapping boxes.

### 3.5 Domains of Governance Factors

As Boudreau and Robey [3] note “researchers must specify the actual content of theory”, i.e. the elements that are connected with each other within the theory’s logic. We relate the process states to the factors that are hypothesized to influence in the governance of SaaS applications (see 2.3). These factors are per se scaled to different dimensions. Therefore, we widen their notion to factor domains, or ‘second-order factors’ as Lyytinen and Newman suggest [13], which abstract from these narrow dimensions.

## 4 Empirical Illustration of the Process Approach: Two Cases

The purpose of this section is to demonstrate the applicability of the proposed model to study governance phenomena by analyzing two cases of SaaS adoption.

### 4.1 Case Selection

The case material presented here has been drawn from a previous study. SaaS user organizations were drawn from a customer references sites and contacted formally (see [23] for the detailed sampling strategy). Several interviews have been conducted, transcribed, and complemented by secondary material such as company reports and press clippings [23].

Out of this collection, we chose to compare two cases which exhibit strong similarities in variables external to the model (e.g. size, industry, and application type), and a strong variance in the outcome variable (i.e. SaaS governance). The two companies chosen are both large and internationally operating, German manufacturing firms that have adopted the wide-spread SaaS solution Salesforce.com (SF) for customer relationship management (CRM). Company A has allocated decision authority and task responsibility for SF to the IT organization whereas in company B, SF is governed entirely by the business. The key figures of both companies are given in Table 1.

### 4.2 Case Descriptions

We use the table structure to compare the cases, describe the major developments during the phases of SF CRM adoption, and complement these with relevant quotations.

Case A	Case B
<b>Key figures</b>	
High-tech manufacturing	Machine tools manufacturing
150 m EUR revenue	70 m EUR revenue
1,700 employees	600 employees
40 employees in IT	7 employees in IT
3.5 months SF implementation time (pilot)	1 week SF implementation time
150 pilot SF users, 400 global	60 SF users
Interviewee: Head of Competence Center CRM (A1)	Interviewees: Sales Organizer and SF Key User (B1), IT-Application Manager SAP (B2)

<b>Antecedent conditions and pre-decision phase</b>	
<p>Since its foundation in the late 90s, company A had rapidly grown in an emerging high-tech segment and strongly diversified through mergers and acquisitions.</p> <p>IT-wise, the conglomerate was hardly integrated. For example, sales people did not have real-time information about stocks. Interviewee A1 tells: "IT had a bad image before I started here, ticketing took too long, etc. Also, CRM was a burnt issue. Several initiatives for CRM had been attempted earlier by the business and failed."</p> <p>In late 2007, the company was forced to restructure and focus on core business. The new strategy called for more global harmonization. In 2008, a new CIO was nominated to lead the new operating model implementation and a corresponding ERP initiative. The new CIO reports on board level, i.e. the IT governance model can be regarded as a duopoly between C-level business and IT [22].</p> <p>A CRM expert with a strong background in CRM and business consulting (A1) was staffed to address the open issue of CRM, and to find a supplementary solution to the new ERP system.</p>	<p>Company B has a long tradition in producing machine tools and serving customers worldwide.</p> <p>IT had formerly been a department with more than 20 employees, separated into applications and infrastructure management. However, during the times of economic crisis (2003 to 2005), IT has been gradually reduced to a small department of 7 employees. Regarding IT governance, this department is run as a business monarchy [22]. Our interviewee from IT (B2) explains that "when the board is in the driver's seat, the head of IT, who is positioned much below this, only has to serve."</p> <p>Regarding CRM, the business representative (B1) tells: "By the time it turned out that we urgently needed a CRM system. We only used self-made solutions. For example, we exported data from the ERP to Excel files and our sales people wrote their reports on an in-house developed software. Reports were then transferred via email to the headquarters and read into the ERP. Every sales representation had its own database, also the subsidiaries. This caused us to set up something more integrated."</p>
<b>Decision phase</b>	
<p>The new CRM Manager started the vendor evaluation. "I evaluated the classics, SAP, Siebel, Microsoft and Salesforce, until it was decided that we want to go for on-demand [i.e. SaaS], not on-premise. Then, we went further in the area of SaaS and rated different criteria until we said, ok SF is what we liked best. The decision to go for on-demand came directly from the IT strategy. We had this outsourcing project and the guideline was to operate internally as few servers as possible."</p> <p>The reasons that spoke in favor of SF were usability, support for mobile devices and foremost "our CIO wanted transparent costs". Security issues were not a concern, particularly not in comparison to traditional outsourcing: "If you look at the security concept of SF, I would even say that this is better than the security concepts of our outsourcing partners". Costs were not major criterion either: "Of course, at some point you are break-even, for example after four years, but we did not calculate this scientifically."</p> <p>The company decided to conduct a pilot rollout of SF in one region (Spain) first, in order not to interfere with the ongoing ERP rollout in Germany.</p>	<p>The business started the CRM vendor evaluation. "Finally three vendors were at choice, two server-based systems and Salesforce." The IT raised concerns regarding data security for the SaaS solution, but finally needed to make an exception. B2 says "it went back and forth who decided, and finally business has won". B1 opposes that "it was only the decision of our CEO, who was at the vendor presentation. I had agreed on SF beforehand with the Head of Sales, so it was just a matter of giving the final 'Go'."</p> <p>The main motivation for SF was to disburden the IT department. Besides, other criteria such as multi-language support mattered. According to B1 "functionality was not decisive" and cost was no major criterion either: "Over a period of five years there was no major difference in total cost."</p> <p>In course of the decision for SaaS, the SF responsible on IT side left the company and handed over the topic to our interviewee B2, who states: "If the thing [CRM system] had been with us, my colleague would probably not have left the company that fast." The contract with SF was closed in 2006.</p>

<b>Implementation phase</b>	
<p>In order to guide the pilot rollout, a Competence Center CRM was established and staffed with a second CRM expert for the Spain rollout.</p> <p>The Spain pilot was rolled out in two legal entities, replacing a number of local databases and Excel tools. A1 emphasizes: "We worked with an external partner there who conducted workshops, documentation, and took over customization, testing and user trainings. We gained a lot of experience by this how SF works and how it's customized. The project took about 3½ months."</p> <p>Integration with backend systems was done later, after the go-live of the ERP system in 2009 and the global rolling of SF. "The integration with the ERP caused some IT efforts since they [the ERP team] implemented the interfaces themselves. [...] Now we exchange data such as offers, orders, bills, delivery receipts, products and prices. So there is a lot happening".</p> <p>One of the things that was underestimated during the rollout was the effort for change management. A1 states "you need change management people on the project who explain things to the other users. This is always a very critical point, especially for CRM projects. There are many things that change, sales people need to disclose their figures – a thing which no sales person likes to do." The issue was addressed by trainings, communication and later "developing strong key users in the regions and business units."</p>	<p>The Sales Organizer (our interviewee) wrote the technical specification together with a consultant from Salesforce.</p> <p>The next task was data migration. The business representative (B1) "had to prepare the existing spreadsheets, documents and data from the ERP" to import them into SF.</p> <p>At this point, the IT was not involved into the rollout activities at all. The actual rollout activities were carried out by the Sales Organizer, the SF consultant and an external integration partner. B1 notes that "alone we would not have been capable of doing that".</p> <p>Together with the SF consultant, the system was customized according to the specification. B2 states: "We only needed five workdays for the specification, not more".</p> <p>The responsibility of the integration partner was to program an interface to the ERP, which created the largest effort. IT was involved here to provide adequate connectors. B2 explains: "we created a one-way interface to SAP that polls the data from SAP and sends it over an i-doc connector to SF. Our man only provided the things that were required and later took over maintenance of the interface"</p> <p>Trainings were not a major issue. B2 states that "the business [i.e. (B1) himself] trained all the users. That went without complications. It was not more effort than for other applications, maybe even less."</p>
<b>Assimilation phase</b>	
<p>SF was first provided to the 150 users in Spain and then incrementally taken into use by Germany, the US and other legal entities, currently counting about 400 users.</p> <p>First level support is provided by global help desk, second level requests regarding SF are forwarded to the Competence Center CRM, by now a team of three experts.</p> <p>This team also decides on requests for changes and implements them in SF. More than that, it understands itself as a consultant to the business. "We are positioned very consulting-like here and do the specification, implementation, training and testing. Most of us also come from consulting, i.e. they have the business process expertise as well as the technical expertise. Therefore we are also able to customize the system ourselves."</p> <p>In terms of the technical interfaces to SF, there are some discernable efforts also for the ERP team. "I guess the effort is about 1 one person-day per week. That's just because we built this buffer-acknowledge-database. That was programmed by the ERP team, so they have quite some effort with maintaining this."</p> <p>B1 reports that tickets for SF are even increasing due to a certain loop for further enhancements: "The people know that you can do a lot with SF, so they to push further processes into SF. Some business experts are really demanding a lot."</p>	<p>The system is currently used by 55 employees in the sales department, "a hand full of users in the production areas and by the foreign subsidiaries in China, the US and Italy."</p> <p>First level support for these users is provided via the classic incident management by IT, second level requests for SF are then passed to the SF Key User.</p> <p>Requests for changes from the users are collected and evaluated by B1, who is also in charge of implementing them. B1 states: "we have to consider the tight personnel situation overall and in IT. Existing positions have not been staffed [...], so that inevitably I have to take over things which are usually not part of my job description"</p> <p>Regarding involvement of internal IT he continues "for SF we only have one touch point with our IT, which is the interface to SAP [i.e. the ERP system]."</p> <p>In case of special customizations, the business would directly contract external partners, for example for a module to print reports of onsite visits: "That was an external partner working for us, and it also went without IT. The requirements came from us, and ultimately IT was not involved", B1 adds. Regarding future enhancements, B1 gives into consideration that "I would love to do more things in SF, but unfortunately I don't have the time for it."</p>

Future	
<p>Overall, the Head of the Competence Center (A1) would agree that his "IT people can perform higher value work through working with the external solution." The CIO has received positive feedback from business, "which was not normal. It was just because we can react fast."</p> <p>Based on the company-wide use and assimilation, a new strategy evolved to exploit SF for further global harmonization. "It was mid last year that we said, there is no use if the CRM templates are different in each country. So now, every country will get the same core template."</p>	<p>Since introducing SF, further SaaS-based enterprise solutions have been used, such as document management and enterprise content management. However, those are not as widely used and as integrated as SF.</p> <p>B1 also states: "I would appreciate if I could perform minor customizations also in the ERP, without going via IT. That wouldn't be of a disadvantage for the company. It is just the decision that all customizations of the ERP stay with IT – for other applications this is different."</p>

Table 1: Case data

### 4.3 Processes of SaaS Adoption

We modeled the two cases of SaaS adoption according to the proposed model. The resulting processes are depicted in Figure 1. For space constraints we only display a rough overview.

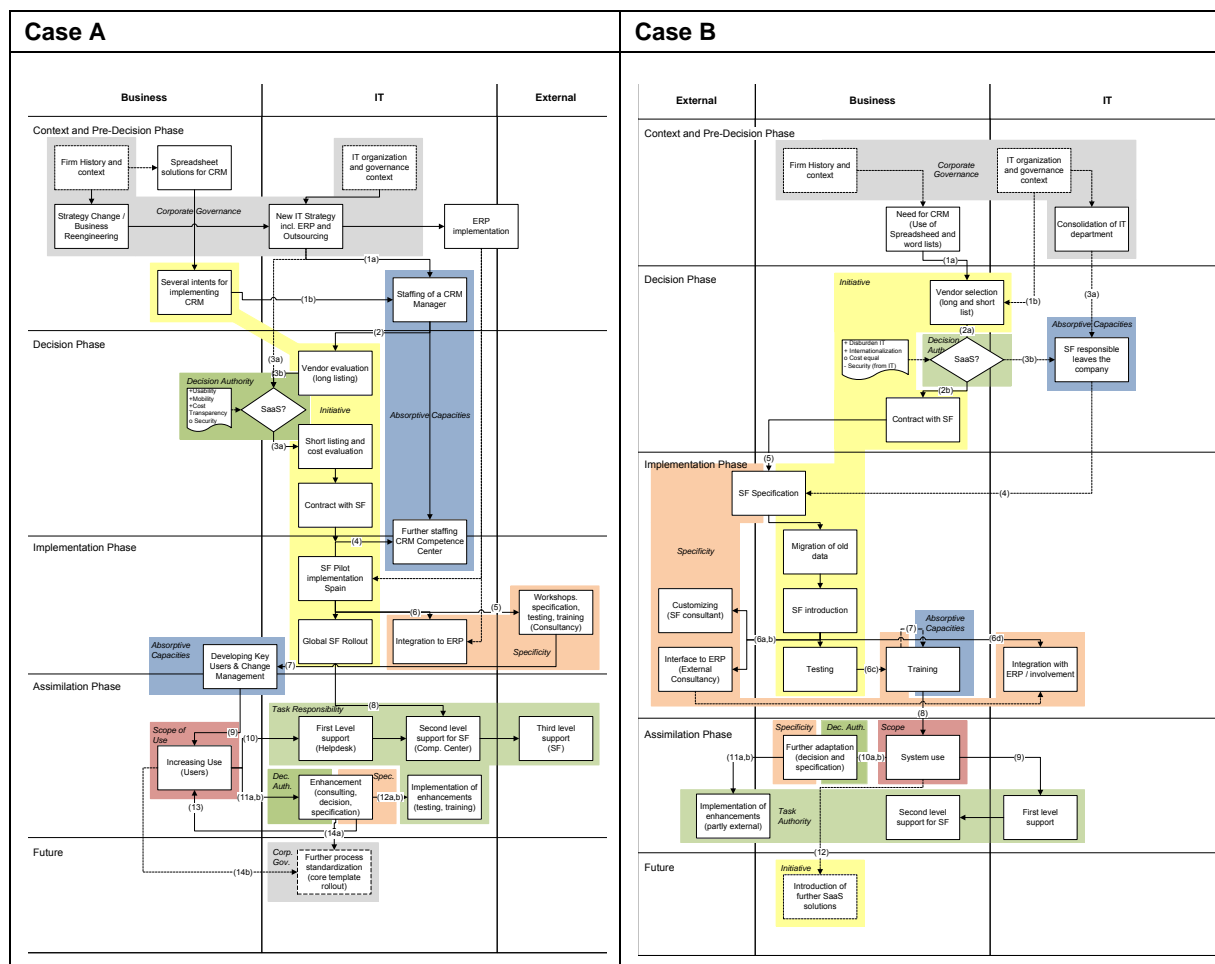


Figure 1: SaaS Adoption Processes

States are represented by rectangular shapes (diamonds for decisions). Direct relationships are depicted as solid lines and indirect by dotted lines. Furthermore, the states have been mapped to the respective factor domains, which are also expressed by different color shades, see Figure 1.

#### 4.4 Factor Interrelationships and Case Comparison

In order to obtain information about the relationships between the factors of SaaS adoption from [23], we aggregate both processes according to the factor domains. This aggregation omits relationships between states of the same domain and therefore focuses on the direct, as well as indirect inter-domain relationships. As a result we obtain a partially directed graph which describes the relationships for each of the cases qualitatively, see the Figure 2.

For coherence, the relevant relationships have been numbered in each of the figures. While the two interrelationship graphs are not identical, we can still identify some common paths through the graph. For the purpose of interpretation we will compare both cases along this dominant common path.

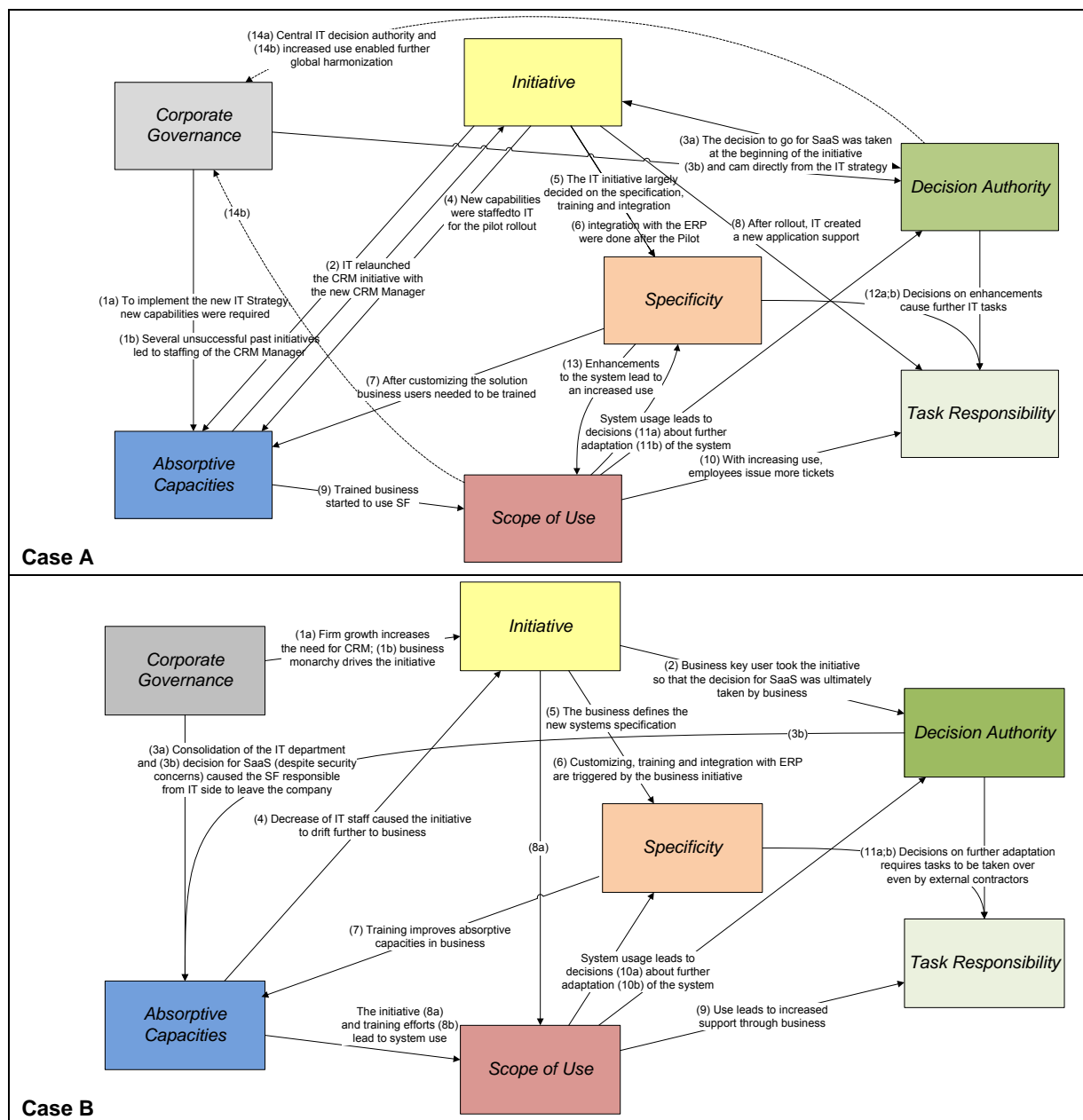


Figure 2: Interrelationship of Governance Factors



*Corporate Governance*  $\Leftrightarrow$  *Absorptive Capacities*  $\Leftrightarrow$  *Initiative*: Corporate governance is the starting point for both processes. For company A, the IT strategy led to staffing a new CRM Manager who brought about special business- and IT-specific knowledge (i.e. absorptive capacities) and took over the initiative for the CRM project. In company B, the business-centric overall governance mode, as well as the efficiency focus in corporate and IT governance, led to anchoring the initiative in the business. This tendency was reinforced by losing key IT personnel, such as the SF responsible on IT side, over the discussion on security issues. This, we argue, led to a further shift of the initiative towards the business.

*Initiative*  $\Leftrightarrow$  *Decision Authority*: We observe that the actual decision authority over the later SaaS operation is already manifested in the party that largely decides on the question for or against SaaS. In case A, this is the IT department, where the final decision for SaaS came from the new CIO's IT strategy. For case B, this is the business, so that we assume that these two domains are closely related.

*Initiative* ( $\Leftrightarrow$  *Absorptive Capacities*)  $\Leftrightarrow$  *Specificity*: Next, the initiative driving the SaaS implementation strongly influences the specificity of the system. In case A the IT, more precisely the Competence Center CRM did large parts of the customization work, yet relying strongly on external partners for the pilot rollout. Thereby, and by staffing new capabilities to the Competence Center, IT has also gained crucial knowledge for future application governance. For case B, the system has been largely specified and adapted to company requirements by the business representative and external support. Comparing the project durations and the amount of work for training and integration, we may assume that the degree of specificity is considerably larger in case A. Reversely, we may also conclude, that in case B less change management and training efforts for business users was required, due to the fact that the initiative was already directed from the business organization.

*Specificity*  $\Leftrightarrow$  *Absorptive Capacities*  $\Leftrightarrow$  *Scope of Use*: Consequently we deduce that through change management and training, more absorptive capacities are built on the user side. This in turn leads to an increased use, and thus scope of use of the system. Especially in case A we observed that system use did not occur instantly, but as a development. This may also be related to the larger training efforts in case A.

*Scope of Use*  $\Leftrightarrow$  *Decision Authority*  $\Leftrightarrow$  *Task Responsibility*: Increasing use of the system consequently leads to more decisions on changes and their respective implementation. Case B shows that, in absence of internal capabilities, the task responsibility for such further enhancements is contracted out to external partners. In contrast in case A, the IT department is handling SF-related activities (i.e. change implementation and support) largely on its own.

*Scope of Use*  $\Leftrightarrow$  *Specificity* ( $\Leftrightarrow$  *Scope of Use*): At least for case A, the ongoing enhancement of the system and adaptation to specific business processes can also be interpreted as a reinforcing cycle. A higher specificity is leading to an increased use, which in turn creates more demand to enhance specificity, as long as the demand can be satisfied.

*Further indirect effects*: In case A we learned that this system enhancement is also impacting again the overall governance mode, inasmuch as a further business harmonization is enabled. For case B we might argue that the SaaS initiative itself has triggered further initiatives to implement SaaS for other enterprise applications.

## 5 Conclusion

In this work we took a process-theoretic approach to better understand the complex interaction of factors that influence the allocation of authority for SaaS-based applications. Therefore we first proposed a process model that is suitable to examine governance in application adoption processes. Then we illustrated the applicability of the model in two cases of companies using SaaS for CRM, and explained the different governance outcomes.

A few conclusions can be drawn regarding the causal relationships and path dependencies between the factors. First, regarding corporate governance we outlined how strategic IT goals as well as the overall mode of IT governance have a bearing on the initiative and where it is coined. The locus of initiative, as well as the decision for SaaS as a culminating point, seem to determine at a very early stage which party is likely to take over decision responsibility for later application operation. Thus, the initiative emerges as a central variable that connects the overall mode of IT governance with the later SaaS governance outcome. However, the initiative as such also interacts with absorptive capacities. On the one hand, existing capacities influence the degree of involvement of the parties, both business and IT, into the initiative. On the other hand, capacities are also increased through the initiative, for example through staffing or training new staff. We also find that application specificity and scope of use cannot necessarily be regarded as exogenous variables. They are determined at a rather late stage of the process and interact with variables such as absorptive capacities and the governance outcomes.

The chosen approach possesses some inherent limitations, foremost regarding generalizability. Since we focused on the SaaS segment for CRM, these results cannot instantly be transferred to all types SaaS applications. Also, the process modeling and assignment to factors may not always be straightforward due to the interpretive approach taken in this research. Finally, the sampling of two cases cannot be regarded as sufficient to produce stable results regarding the relationships between the factors.

However, the results generated here represent valuable insights as they add a new complementary dynamic view to the contingency model presented in [23]. Such temporal and causal interrelationships can be particularly of interest when advancing from a contingency model to more complex path modeling and analysis techniques, such as structural equation modeling. An analysis using a much broader basis of quantitative empirical data is currently underway as further research.

Furthermore, the proposed model can be regarded as a first step to conduct more process-theoretic research in the domain of IT governance. This appears reasonable, as governance can be regarded as a highly dynamic construct that changes throughout various IT implementation contexts. As more research and practical experiences regarding SaaS governance accumulate, our hope is that more precise elements can flesh out the content of the proposed model and improve its predictive power.

## 6 References

- [1] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, AD; Katz, RH; Konwinski, A; Lee, G; Patterson, DA; Rabkin, A; Stoica, I.; Others (2009): Above the clouds: a berkeley view of cloud computing. *University of California, Berkeley, Tech. Rep. UCB/EECS-2009-28*.
- [2] Armstrong, CP; Sambamurthy, V (1999). Information technology assimilation in firms: the influence of senior leadership and IT infrastructures. *Inf. Sys. Res.* 10(4):304-327.
- [3] Boudreau, MC; Robey, D (1999): Organizational transition to enterprise resource planning systems: theoretical choices for process research. In: *ICIS 1999 Proceedings*.
- [4] Brown, CV (1999): Horizontal mechanisms under differing IS organization contexts. *MIS Quarterly* 23(3):421-454.
- [5] Choudhary, V (2007): Software as a service: implications for investment in software development. In: *HICSS 2007 Proceedings*, IEEE, 209a.
- [6] Cusumano, M (2010): Cloud computing and SaaS as new computing platforms. *Comm. ACM* 53(4):27-29.
- [7] De Haes, S; Van Grembergen, W (2004): IT governance and its mechanisms. *Information Systems Control Journal* 1:27-33.
- [8] Golden, B (2010): Cloud computing will cause three IT revolutions – it's going to be hard to justify this man in the middle staffing. CIO.com. [http://www.cio.com.au/author/1158029348/bernard\\_golden/articles](http://www.cio.com.au/author/1158029348/bernard_golden/articles). accessed 20.9.2011.
- [9] Gu, B; Xue, L; Ray, R (2008): IT governance and IT investment performance: an empirical analysis. In: *ICIS 2008 Proceedings*, 30.
- [10] IDC (2008): IT cloud services forecast 2008 – 2012: a key driver of new growth. IDC. <http://blogs.idc.com/ie/?p=224>. accessed 20.9.2011.
- [11] Khatri, V; Brown, CV (2010): Designing data governance. *Comm. ACM* 53(1):148-152.
- [12] Kim, J (1999): Causation. In: Audi, R (ed.), *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 125-127.
- [13] Lyytinen, K; Newman, M (2008): Explaining information systems change: a punctuated socio-technical change model. *European Journal of Information Systems* 17(6):589-613.
- [14] Markus, ML; Tanis, C (2000): The enterprise systems experience – from adoption to success. In: *Framing the domains of IT research: Glimpsing the future through the past*. Pinnaflex educational resources, Cincinnati, OH, 207-173.
- [15] Mohr, LB (1982): Explaining organizational behaviour. Jossey-Bass, CA, USA.
- [16] Newman, M; Robey, D (1992): A social process model of user-analyst relationships. *MIS Quarterly* 16(2):249-266.
- [17] Peterson, RR; O'Callaghan, R; Ribbers, PMA (2000): Information technology governance by design: investigating hybrid configurations and integration mechanisms. In: *ICIS 2000 Proceedings*, 435-452.

- [18] Robey, D; Boudreau, MC (1999): Accounting for the contradictory organizational consequences of information technology: theoretical directions and methodological implications. *Inf. Sys. Res.* 10(2):167-185.
- [19] Ross, JW; Vitale, MR (2000): The ERP revolution: surviving vs. thriving. *Information Systems Frontiers* 2(2):233-241.
- [20] Sambamurthy, V; Zmud, RW (1999): Arrangements for information technology governance: a theory of multiple contingencies. *MIS Quarterly* 23(2):261-290.
- [21] Sun, W; Zhang, X; Guo, CJ; Sun, P; Su, H (2008): Software as a service: configuration and customization perspectives. In: *2008 IEEE Congress on Services Part II (services-2 2008)*, IEEE, 18-25.
- [22] Weill, P; Ross, J (2004): IT governance: how top performers manage IT decision rights for superior results. Harvard Business Press.
- [23] Winkler, TJ; Goebel, C; Benlian, A; Bidault, F; Günther, O (2011): The impact of software as a service on IS authority – a contingency perspective. In: *ICIS 2011 Proceedings*, 22.
- [24] Yanosky, R (2008): From users to choosers: the cloud and the changing shape of enterprise authority. *The Tower and The Cloud*, 126-136.

# **Simulation Model for Cost-Benefit Analysis of Cloud Computing versus In-House Datacenters**

**Zuzana Kristekova**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 85748 Garching,  
E-Mail: Zuzana.Kristekova@in.tum.de

**Jesica Brion**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 85748 Garching,  
E-Mail: jesicabrion@googlemail.com

**Michael Schermann**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 85748 Garching,  
E-Mail: Michael.Schermann@in.tum.de

**Helmut Krcmar**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 85748 Garching,  
E-Mail: krcmar@in.tum.de

## **Abstract**

For many organizations it is difficult to determine the total costs caused by offering own services in the cloud as well as to compare them with the costs caused by an in-house datacenter. In practice, some models exist that support organizations in analyzing costs. However, these models are mostly static and do not consider the dynamics of cost development when using cloud computing. The purpose of this paper is to design and develop a simulation model that covers such dynamic aspects and supports decision makers in analyzing cost-benefits of cloud computing versus own datacenter. The model is based on a theoretical framework for IS and applies the method of system dynamics.

## 1 Introduction

As Gartner predicted, cloud computing is currently on the “peak of inflated expectations” [13]. Cloud computing is a concept where IT resources and services are provided via Internet [6], highly scalable, on demand, web accessed IT-resources, costs and flexibility benefits due to standardization, modularization, and virtualization using scaling effects [2]. Cloud computing does not only imply the applications and services delivered over the Internet, it also refers to the hardware, software and infrastructure of the database performing the demanded services [3]. Some researchers distinguish between three types of cloud computing: Software as a Service (SaaS), which covers application services like Salesforce; Platform as a Service (PaaS), such as developer platforms like the Google AppEngine; and Infrastructure as a Service (IaaS), such as Amazon Web Services [28, 32].

There is a debate whether cloud computing is a cost advantage or not compared to own datacenters [18]. For instance, for service providers, one of the most frequent questions is whether it is more economical to move the existing datacenter-hosted services to the cloud, or to keep them in the datacenter [3]. This means, that one of the service provider’s primary criterion for such a decision is costs. However, for many organizations it is relative complicated to determine the costs caused by offering own services in the cloud as well as to compare them with the costs caused by an own datacenter [17]. In practice, some models exist that support organizations in analyzing and comparing costs, such as “Amazon Simple Monthly Calculator.

However, these models are mostly static and do not consider the dynamics of cost development by using cloud computing, such as additional resource request for known “peaks” for a desired time span. To close this gap, we develop a simulation model, which covers the dynamics of cost development and assists decision makers by analyzing costs-benefits associated with cloud computing and own datacenter. This simulation model is based on system dynamics approach. System dynamics is useful for identifying key decision factors and relationships between them and helps to perform decision making in a more efficient way [15]. System dynamics is a simulation methodology for modeling dynamic and complex systems, i.e. systems that change continuously over time. Cloud computing also shows continuous changes such as customer and company new demands.

The remainder of this paper is organized as follows: In section 2 we describe our research method. In section 3 we analyze the literature regarding cost, risks, advantages and disadvantages associated with cloud computing and own datacenter. In section 4 we propose our system development methodology for the simulation model. We conclude with a discussion and ideas for further research in section 5.

## 2 Research Method

To identify the main components of the simulation model for cloud computing costs analysis, we first conducted a literature review [7, 31]. Our scope was to account for contributions regarding costs, risks, advantages, and disadvantages in the cloud computing domain and in operating own datacenter. The proposed simulation model is based on a theoretical framework for IS development process proposed by Nunamaker et al. [29], incorporated with the method of system dynamics [30]. For an initial verification of the simulation model we conducted six structured interviews with experts in the field of cloud computing and virtualization domain.

### 3 Literature Review

In this section we give an overview of literature in the cloud computing and own datacenter.

#### 3.1 Cloud Computing

##### 3.1.1 Costs associated with cloud computing

For many organizations it is relative complicated to determine the exact total costs caused by offering own services in the cloud as well as to compare them with the costs caused by an own datacenter [17]. For instance, the average cost per year to operate a large datacenter is usually between \$10 million to \$25 million [23], while according to Alford and Morton [1], an organization with 1,000 file servers faces average costs in the cloud between \$22.5 million and \$31.1 million.

According to Durkee [17], while running into the arguments regarding cloud economics, the first controversy to solve is “*OpEx vs. CapEx*”. This refers that running an application (or a service) with own resources at the own datacenter requires capital expenditure (“*CapEx*”), while using external cloud computing resources and paying just for its use means having operating expenditure (“*OpEx*”) [17, 18]. In other words, the question arises whether converting capital expenses to operating expenses (CapEx to OpEx) is a cost advantage or not [3]. For instance, having an own datacenter means having costs for power, cooling, building, network, storage infrastructure, etc. [3, 17, 20]. On the other side, running the service in the cloud produces other kind of cost factors, which will be described as follows.

*Expensive and slow data connection:* Service providers have to develop and transfer the data of the service or application they want to offer to the cloud. Due to low bandwidth and expensive connection fees, the data transfer could be slow and cause high costs to the organization [19].

*Operation costs:* Using virtual machines instead of physical machines does not necessarily mean that all the costs associated with hardware and software operations are transferred to the cloud computing provider. Depending on the level of virtualization, some (or even all) of the costs related with software and hardware management may remain (i.e. upgrades, applying patches, etc.) [3].

*Migration:* Another issue is the costs caused by the software complexity and the migration of the data from a legacy enterprise application into the cloud. Although migration is a one-time task with a given cloud computing provider, the effort and money invested can be notable [3].

*Possible failure and data loss:* A temporary breakdown could cause data loss and other scenarios that may produce major damages and extra costs.

*Platform costs:* The application-operating environment causes generally annual maintenance costs [23].

*Backup and archive costs:* These costs depend on the backup strategy implemented [23].

##### 3.1.2 Risks associated with cloud computing

Although cloud computing shows a number of benefits for many organizations, there is still a constellation of risks associated with it. According to Gartner [21], cloud computing has "*unique attributes that require risk assessment in areas such as data integrity, recovery, and privacy, and an evaluation of legal issues in areas such as e-discovery, regulatory compliance,*

*and auditing*". Moreover, professionals are conscious of this situation: as ENISA shows in their study, around 45% of IT professionals believe that risks involved in cloud computing outshine any benefits [11]. ENISA [8] identifies three main risk categories associated with cloud computing: 1) Policy and organizational risks, such as lack of standards and solutions, loss of knowhow, or lack of transparency; 2) Technical risks, such as uncontrolled backup system, data deletion, or loss of governance; 3) Legal risks, such as data protection, or copyright and software licensing risks.

### 3.1.3 Advantages of cloud computing

There are a number of advantages and potential benefits for organizations that run their applications and services in the cloud. One of the most known advantages is the cost reduction, which according to Zeitler [35], results due to low IT infrastructure and software costs. Moreover, organizations implementing cloud computing report cost reductions of 30 percent [22]. Besides the financial factor, there are other related benefits. For instance, Erdogmus [12] describes other advantages of cloud computing as "scalability, reliability, security, ease of deployment, and ease of management for customers, traded off against worries of trust, privacy, availability, performance, ownership, and supplier persistence". Some of these issues are discussed as follows [4, 24, 33]:

*Scalability and flexible infrastructure:* Cloud computing offers the possibility to scale the infrastructure with the demand for peak loads and seasonal variations, allowing greater availability for both customers and partners.

*Resource management:* Service providers can use more flexible and efficient resources like servers, storage and network resources by using virtualization technology in cloud computing.

*Consolidation:* Resources such as server, storage, databases, etc. can be used more flexible and efficient by using virtualization in cloud computing. Consequently, less physical components are needed and therefore both amount of space and costs are saved.

*Energy efficiency:* Cloud computing enables energy efficiency due to reduction of physical components.

*Backup and Recovery:* The backup and recovery options of a cloud service may be more efficient than those of an organization, since copies are maintained in different geographic locations, which makes the backup procedures more robust and faster to restore.

### 3.1.4 Disadvantages of cloud computing

In the last section we presented the advantages of cloud computing. Nevertheless, there are a number of drawbacks related with it. However, one of the most known and also one of the most wicked disadvantages of cloud computing is the security and privacy concern. Therefore, in this section we summarize the drawbacks and disadvantages an organization has to face while offering its services in the cloud [4, 24, 25].

*System complexity:* Compared to a traditional datacenter, cloud computing environments can be very complex due to the number of components and their dispersion. Moreover, the number of possible interactions between the components increases the level of complexity.

*Shared environment:* Service providers that offer their services in the cloud typically share the resources and components with other unknown cloud users. Consequently, the risks and threats increase producing a drawback for the offered services.



*Remote administrative access:* Compared to own datacenter, where the applications and data are accessed from the organization's Intranet, organizations with services in the cloud have to face increased risk from network threats due to remote access.

*Loss of control:* Migrating the data in the cloud means transferring control to the cloud provider of both information and system components that were previously under the organization's control. Consequently, by losing control of physical as well as of logical aspects, the organization also loses the ability to set priorities, weigh alternatives and think about changes regarding security and privacy issues.

For many organizations, the advantages of cloud computing far outweigh the disadvantages, for other, the disadvantages still outshine any benefits [11].

## 3.2 Datacenter

### 3.2.1 Risks associated with own datacenter

When considering the option of offering services in the cloud, a provider should not only be aware about the risks associated with cloud computing, but also with the ones related with owning a datacenter. According to Dines [10], the primary risk associated with having an own datacenter is the capacity bottleneck. Running out of capacity means having high costs and in extreme cases, it *"requires an unexpected data center move, which is not only expensive but also potentially disruptive"*. On the other side, having too much capacity could also be a risk, since IT infrastructure is most effective at peak load, making the datacenter inefficient [10]. Moreover, besides of facilities, there are also other areas of risks while running an own datacenter, such as operations, monitoring [34], natural disasters and terrorism.

### 3.2.2 Advantages of datacenter

Although many organizations decide to move their services to the cloud due to economical issues, there are still many reasons why organizations should keep their services running in their own datacenters [16, 24, 34]:

*Visibility:* Having direct access to all the infrastructure components like hardware, software and networking allows a better overview and the possibility to identify and mitigate any issues and systemic failures that crop up.

*Control:* Having the services running in the own datacenter enables greater control over the infrastructure and resources and therefore the access to the platforms can be restricted to direct or internal connections.

*Less complexity:* Datacenter are less complex since running the services in the own datacenter means having fewer components and therefore fewer interactions between them. Moreover, all physical components are located in the same place.

*Optimization:* Having an own datacenter gives the possibility to leverage and share existing place, i.e. having the IT department working in close proximity to the data center floor for a low cost.

*Usage of knowledge:* Datacenters are normally run by professionals with experience and expertise.

### 3.2.3 Disadvantages of datacenter

Nowadays there are many organizations that still build and maintain their own datacenters even though that is not part of the core expertise of the company [26]. As a result, there are a number of datacenters that are operated inefficiently [33]. Absence of expertise by running own datacenters also produces a number of other disadvantages that will be described as follows [3, 9, 26]:

*Inefficiency:* Since a service provider has to provide enough resources to deal with peak times, the average utilization rate of datacenters ranges from just five to twenty percent.

*Costs:* It is predicted, that the costs of datacenter facility and energy usage will become significantly larger than the actual server procurement costs.

*Scalability:* Running an application or service in own datacenter makes it difficult to handle a rapidly growing load.

*Environment:* The impact of datacenters on the environment is currently receiving negative attention.

## 4 Theoretical Framework

The purpose of this research is to design and develop a simulation model that supports decision makers in analyzing costs associated with cloud computing and own datacenter. The proposed simulation model is based on a theoretical framework for IS development process [29], incorporated with the method of system dynamics [30]. The theoretical framework (cf. Figure 1) consists of five stages: construction of simulation model for costs analysis, development of system architecture, analyzing and designing the system, building the prototype system, and evaluation of the system. In the following we describe each stage in more detail.

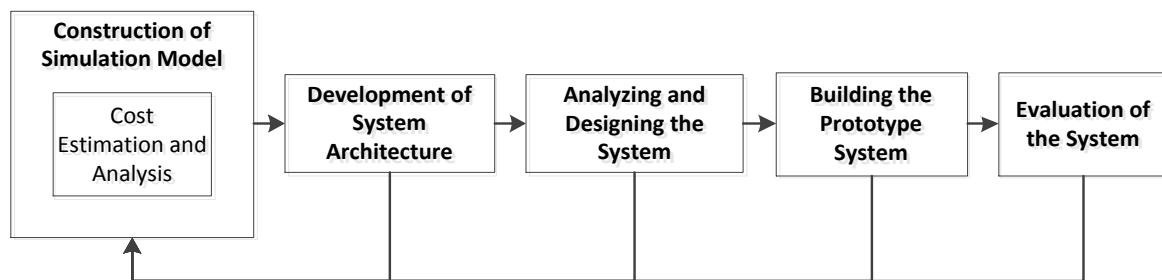


Figure 1: Theoretical framework for the simulation model

### 4.1 Phase 1: Construction of simulation model for costs analysis

First, a simulation model for cost-benefit analysis for cloud computing versus own datacenter is constructed as a kernel of the system.

#### 4.1.1 Costs estimation and analysis

To analyze the costs-benefits of cloud computing and own datacenter, we apply the Total Cost of Ownership (TCO), since TCO considers not only the investment cost, but also cost over time for operation and maintenance. TCO is generally used as a means of addressing the real costs attributing to owning and managing an IT infrastructure in a business [27].

To operate an own datacenter, usually companies are confronted with significant investment in capital outlay and ongoing costs. Company must acquire the required hardware such as server, network equipment, the required software, e.g. in the form of operating system license, and the infrastructure such as uninterrupted power supply, cooling, or internet connection. Additionally, company must also account for the costs in computer room, such as costs for room square meter, fire detection and protection systems, or raised floor, as well as the ongoing costs for the administration. These costs usually depend on the average performance of server and network components in kW and the desired tier level [27].

In contrast to own datacenter, by cloud computing the company need neither own server nor own datacenter. Companies no longer require the large capital outlays in physical hardware and the administration expenses to operate and maintain it. Infrastructure as a Service (IaaS) is mostly offered by providers such as Amazon EC2, Microsoft Azure, or force.com. Since, cloud computing makes use of pay-per-use concept, the companies can get results as quickly as their programs can scale. However, the number of IaaS provider increases, thus, it is necessary to determine which cloud services meet the technical requirements a company needs. Besides cost-benefit analysis, company should also determine the security and legal aspects of offered cloud services, as they play an important role for business continuity.

#### 4.2 Phase 2: Development of system architecture

A good system architecture is understood as a road map for the systems building process by placing components into perspective, specifying their functionalities, and defining the interrelationships between system components [29]. Our system architecture (cf. Figure 2) consists of two main fragments. The first fragment represents the simulation model, where the mathematical formulations of costs computations are implemented. It is divided into two main modules: costs module for cloud computing and cost module for own datacenter. The modularity concept enables us to use the modules in a different context for multiple customers. The second fragment represents the user interface, where the evaluators can estimate the costs. After their input, we can start the simulation and they can analyze their outputs regarding their inputs with the help of chart and graphs.

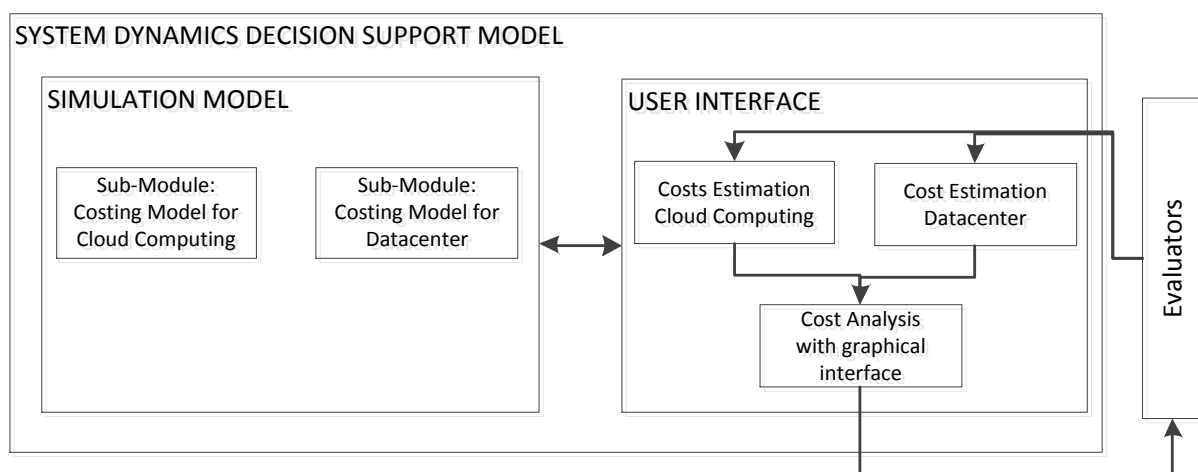


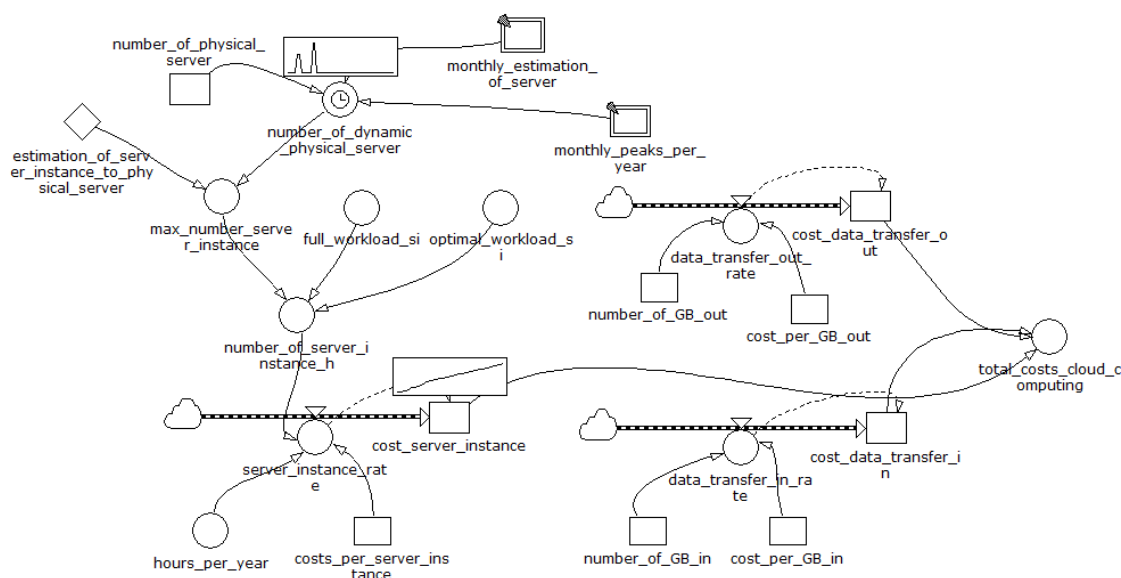
Figure 2: System architecture

### 4.3 Phase 3: Analyzing and designing the system

In this phase, we determine the model components and the development platform. This involves the understanding of the studied domain, the application of relevant scientific technical knowledge, and the creation and selection of various alternatives [29]. After identifying the model components, we can determine the interactions and interrelationships among them. In this phase, we also assign the mathematical formulations for costs calculations.

### 4.4 Phase 4: Building the prototype system

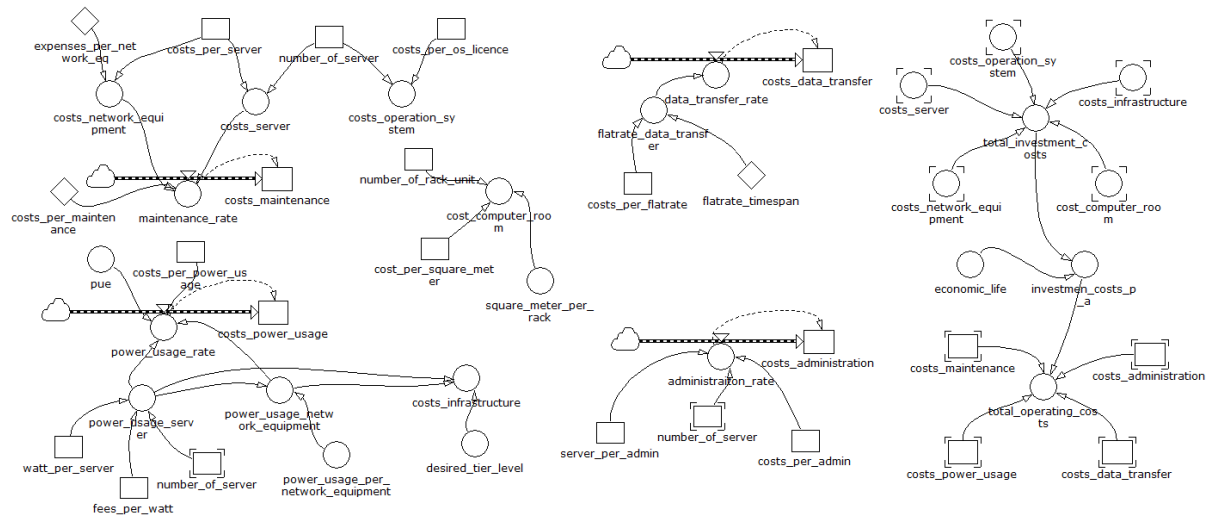
In this phase, the system architecture is transformed into a prototype model. Implementation of a prototype system is used to demonstrate the feasibility of the design and the usability of the functionalities of a system development research project [29]. Based on the mathematical formulation and identified interrelationships between the model components, we can build our simulation model. For building the simulation model, we choose the simulation approach system dynamics, since this method can be used by identifying key decision factors and their interrelationships (cf. Figure 3). In following, we explain the simulation modules.



**Figure 3: Cost module for cloud computing**

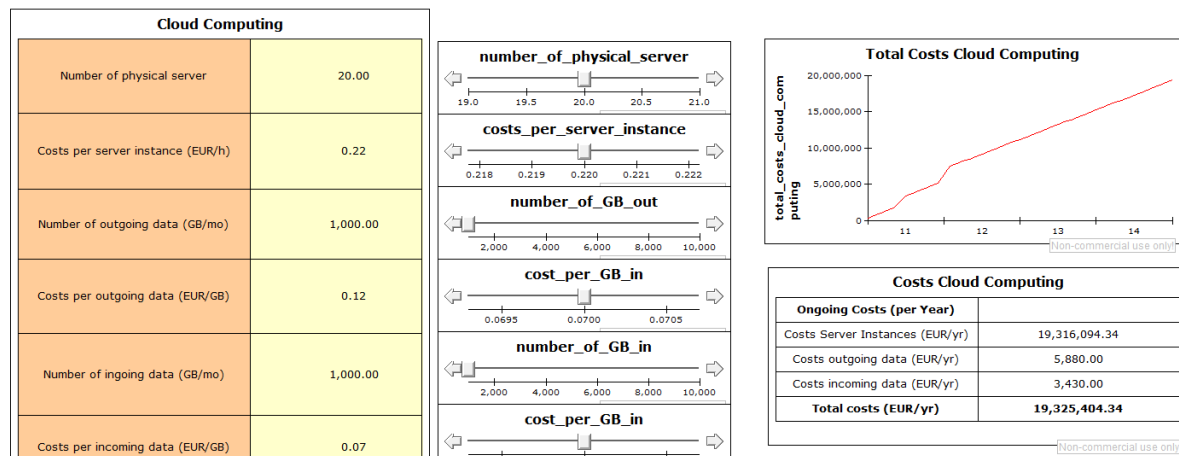
To estimate the costs for cloud computing instance, we first need to estimate how many virtual server instances offered by the IaaS provider equal to a real server. We assume that two instances correspond approximately to the power of one physical server. Then we calculate the required number of server instances per hour. The final costs for server instances are calculated as product of “number of server instances”, “hours per years”, and “costs per server instances”. In addition to server costs, we also must take into account the costs for the data transfer, in order to obtain the final costs for cloud computing instance. Based on the real values, we calculate for the data transfer with 0.05 Euro/GB for incoming data and 0.10 Euro/GB for outgoing data. The total costs of cloud computing instance are then calculated as sum of “costs for server instance”, costs per incoming and outgoing data transfer. To cover the dynamic development of costs for required resources, we incorporate in our simulation model the *step* function. This function allows company to exactly specify the known “peaks”. Let assume, a

company knows that every August and December, in the first two weeks they need additional resources. With the help of this function, company can specify the exact days, hours, or month for the increased resources demand. We also applied this function to the variable “hours per year”, i.e. company can also specify individual dynamic usage time span. The simulation model then considers these “peaks” and calculates the costs over defined time span.



**Figure 4: Cost module for in-house datacenter**

To estimate the costs for server, we need to consider the initial cost of server, operating system licenses, and additional network equipment. The costs for server are calculated as product of “number of required server” and “initial costs for server”. The costs for operating system licenses consist of “number of required server” and “costs per operating system license”. The costs for additional network equipment are calculated as product of “number of server” and “the expenditures of network equipment”. The expenditures of network equipment usually consist of 10 to 30 % of the costs of server. Additionally, we need to calculate the ongoing maintenance costs for server and network equipment. We estimate the costs for infrastructure as sum of “power usage server”, “power usage network equipment” multiplied with the costs of the desired tier level [27]. Additionally, we need to consider the power usage of the infrastructure. We need first to determine the power usage effectiveness (PUE), which is given by:  $PUE = \text{Total Facility Power} / \text{IT Equipment Power}$  [5]. The PUE can range from 1.0 to infinity, whereas 1.0 indicates 100% efficiency. The realistic PUE values are in the 1.3 to 3.0 range [5]. To calculate the costs for the administration, we need to estimate how many servers one administrator can maintain. This depends on the size of datacenter. To obtain the final administration costs, we first divide the “number of server” through “the number of estimated server maintenance per administrator” multiplied with “the costs for one administrator”. For the data transfer costs, many companies rely on the flat rates. After estimating the costs for hardware, software, infrastructure, administration and data transfer, we can sum all these costs to obtain the total costs for data center.



**Figure 5: Overview of a user interface for cloud computing**

Decision makers can change the values in the user interface, where we list the key influencing values for cloud computing and own datacenter. For example, user can modify the number of required components, such as server or licenses, or modify the costs for data transfer flat rate. In this user interface they can analyze the costs between own data center and cloud computing with the help of charts and graphs. The simulation model allows them to simulate different scenarios for different time span.

#### 4.5 Phase 5: Evaluation of the system

To evaluate the simulation model, we performed an initial verification. For this purpose, we conducted six structured interviews with experts in the cloud computing and virtualization field. Through this verification, we capture the information whether the experts like or dislike the simulation model and whether it covers their needs or not. This verification ensure that the simulation model covers all functions that meets the users' requirements and help them to analyze the costs and risks associated with the decision whether to host services in cloud computing or whether to operate own datacenter. All evaluators are potential users of the model, and one of them has knowledge in system dynamics. According to Gasching et al. [14], evaluations by potential users help to determine the utility of a system, such as easy of interaction, its efficiency, or whether it produces useful results.

The overall results indicate that the experts found the simulation model "useful", "intuitive", and "complete" at first sight. All interviewees appreciate the modular separation of user interface. They like the separation between own datacenter and cloud computing, since this allows them to use the model only for specific domain. They also appreciate the "analysis user interface" where they found the costs comparison for both domains. Moreover, three experts stated that they like the presentation of results in "analysis user interface", as we used charts and time graph. Four interviewees agreed that they conceive of applying the model in their daily work. The remaining two experts do not agreed with the idea that cloud computing is not associated with onetime costs investments. They suggest to also to account for onetime investments such as licenses for Firewall, or costs for infrastructure setup such as internet connection. For the next version, we are going to incorporate the evaluator's feedback into the simulation model.

## 5 Conclusion and Outlook

We propose a simulation model for cost-benefit analysis of cloud computing versus own datacenter. This model is intended to fill the gap where a cost model that covers dynamic issues for cloud computing, is lacking. Practitioners will find the proposed simulation model useful by analyzing cost-benefits between cloud computing and own datacenter, as well as by analyzing different scenarios virtually before transferring them into the real world. Researchers can use the proposed model for testing different types of hypothesis and deriving recommendations for further actions. However, this research is not without its limitations. In this paper, we only proposed simulation model that considers costs for cloud computing and own datacenter. Thus, in the future, the simulation model might be more detailed to also be used for analyzing not only the economical impact but also organizational, as well as how is IT provisioned and used. In future work the authors will concentrate on extending the proposed simulation model to also account for other domains.

## 6 Literature

- [1] Alford, T. and Morton, G. (2009): The Economics of Cloud Computing: Addressing the Benefits of Infrastructure in the Cloud, Booz Allen Hamilton Inc.
- [2] Anon. (2011): Cloud Computing: Geschäftsmodelle, Wertschöpfungsdynamik und Kundenvorteile, Siemens IT Solutions and Services, Technical Report.
- [3] Armbrust, M., et al. (2009): Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, Technical Report.
- [4] Baun, C., et al. (2009): Cloud Computing: Web-basierte dynamische IT-Services, Springer-Verlag GmbH.
- [5] Belady, C., et al. (2008): Green Grid Data Center Power Efficiency metrics: PUE and DCIE, The green grid.
- [6] Boehm, M., et al. (2009): Cloud Computing: Outsourcing 2.0 oder ein neues Geschäftsmodell zur Bereitstellung von IT-Ressourcen?, Information Management Consulting, 24(2): 6-14.
- [7] Brocke, J. v., et al. (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process, Proceedings of the European Conference on Information Systems, Verona, Italy.
- [8] Catteddu, D. and Hogben, G. (2009): Cloud Computing: Benefits, risks and recommendations for information security, European Network and Information Security Agency (ENISA).
- [9] Chappel, D. (2011): The benefits and risks of cloud platforms: a guide for business leaders, Chappell & Associates.
- [10] Dines, A. (2011): Build or buy? The economics of datacenter facilities, Forrester Research, Inc.
- [11] ENISA (2011): ISACA's 2011 IT Risk/Reward Barometer <http://www.isaca.org/Pages/Survey-Risk-Reward-Barometer.aspx>, Abgerufen am 25.07.2011.

- [12] Erdogmus, H. (2009): Cloud Computing: Does Nirvana Hide behind the Nebula?, IEEE Software, 26(2): 4-6.
- [13] Fenn, J., Gammage, B. and Raskino, M. (2010): Hype Cycle for Emerging Technologies, Gartner Research.
- [14] Gasching, J., et al. (1983): Evaluation of expert systems: issues and case studies, F. Hayes-Roth, D.A. Waterman, D.B. Lenat (Eds.), Building Expert Systems, Addison-Wesley, Massachusetts, p. 241-280.
- [15] Gaul, A. J., et al. (2005): Strategic investment planning, CIRED 18th International Conference on Electricity Distribution, Turin.
- [16] Geada, D. (2011): Cloud Deployment Failures Will Breed Success, <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2011/07/06/cloud-deployment-failures-will-breed-success/>, accessed 27.07.2011.
- [17] Golden, B. (2009): Capex vs. Opex: Most People Miss the Point About Cloud Economics, [http://www.cio.com/article/484429/Capex\\_vs.\\_Opex\\_Most\\_People\\_Miss\\_the\\_Point\\_About\\_Cloud\\_Economics](http://www.cio.com/article/484429/Capex_vs._Opex_Most_People_Miss_the_Point_About_Cloud_Economics), 2011, accessed 24.07.2011.
- [18] Golden, B. (2011): Cloud CIO: The Cost Advantage Controversy of Cloud Computing, [http://www.cio.com/article/686345/Cloud\\_CIO\\_The\\_Cost\\_Advantage\\_Controversy\\_of\\_Cloud\\_Computing](http://www.cio.com/article/686345/Cloud_CIO_The_Cost_Advantage_Controversy_of_Cloud_Computing), accessed 24.07.2011.
- [19] Gray, J. (2003): Distributed Computing Economics, Microsoft Corporation.
- [20] Greenberg, A., et al. (2009): The Cost of a Cloud: Research Problems in Data Center Networks, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 39(1): 68-73.
- [21] Heiser, J. and Nicolett, M. (2008): Assessing the security risks of cloud computing, Gartner Report.
- [22] Herrmann, W. (2008): Cloud Computing - das Buzzword des Jahres?, Institution, Series.
- [23] Hurwitz, J., et al. (2011) Comparing traditional datacenter and cloud data center operating costs, <http://www.dummies.com/how-to/content/comparing-traditional-data-center-and-cloud-data-c.html#ixzz1T7YJotOk>, accessed 25.07.2011.
- [24] Jansen, W. and Grance, T. (2011): Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing, National Institute of Standards and Technology.
- [25] Kelson, S. (2009): Take the Doubt out of Disaster Recovery, [http://www.channelpro.co.uk/Resource/345664/take\\_the\\_doubt\\_out\\_of\\_disaster\\_recovery.html](http://www.channelpro.co.uk/Resource/345664/take_the_doubt_out_of_disaster_recovery.html), accessed 24.07.2011.
- [26] Khajeh-Hosseini, A., Sommerville, I. and Sriram, I. (2010): Research Challenges for Enterprise Cloud Computing, 1st ACM Symposium on Cloud Computing (SOCC 2010).
- [27] Koomey, J., et al. (2008): A Simple Model for Determining True Total Cost of Ownership for Data Centers, Uptime Institute, White Paper.
- [28] Mei, L., Chan, W. K. and Tse, T. H. (2008): A Tale of Clouds: Paradigm Comparisons and Some Thoughts on Research Issues, Proceedings of the IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference, Yilan.



- [29] Nunamaker, J. F., Chen, M. and Purdin, D. M. (1990): Systems development in information systems research, *Journal of Management Information Systems*, 7: 89-106.
- [30] Stermann, J. D. (2000): *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Irwin McGrawHill, Boston, MA, USA.
- [31] Webster, J. and Watson, R. T. (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review, *MIS Quarterly*, 26(2): 1282-1309.
- [32] Weinhardt, C., et al. (2009): Cloud Computing – A Classification, Business Models, and Research Directions, *Business & Information Systems Engineering*, 1(5): 391-399.
- [33] Weissberger, A. (2010): Network provider benefits and options in providing cloud computing services, <http://community.comsoc.org/blogs/ajwdct/network-provider-benefits-and-options-providing-cloud-computing-services>, accessed 26.07.2011.
- [34] Witt, C. (2011): Do I need a datacenter?, <http://waketsi.com/2011/03/do-i-need-a-data-center/>, accessed 20.08.2011.
- [35] Zeitler, N. (2009): Großes Misstrauen gegenüber Cloud Computing, *CIO - IT-Strategie für Manager*.



# Einsatzmöglichkeiten von Virtual Private Workspace

**Robin Schönenberg**

Universität St. Gallen, 9000 St. Gallen,  
E-Mail: robin.schoenenberg@student.unisg.ch

**Andrea Back**

Universität St. Gallen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 9000 St. Gallen,  
E-Mail: andrea.back@unisg.ch

## Abstract

Cloud-basierte Anwendungen sind eine neue Technologie mit dem Potential Wettbewerbsvorteile für Unternehmen zu schaffen. Eine kritische Reflektion der Einsatzmöglichkeiten und eine fundierte Entscheidungshilfe für die Implementierung solcher Services fehlen allerdings weitgehend. Die vorliegende explorative Untersuchung evaluiert die Einsatzmöglichkeiten cloud-basierter virtueller Arbeitsplätze für KMU. Hierfür wird die Bezeichnung Virtual Private Workspace (VPW) definiert und der aktuelle Forschungsstand aufgezeigt. Zwei Fallstudien werden erhoben, aus der beobachteten Praxis Hypothesen abgeleitet und durch sechs Experteninterviews validiert. Aus den validierten Hypothesen wird ein Kriterien-Set abgeleitet und in einem Entscheidungsprozess dargestellt. Dieser soll den KMU helfen eine fundierte Entscheidung zu treffen, ob der Einsatz von VPW wirtschaftlich vorteilhaft ist.

## 1 Einleitung

Aktuell wird der Informationstechnologie (IT) Cloud Computing sehr hohe Aufmerksamkeit in Medien und Fachpublikationen gewidmet. Die Analysten der Gartner Group [16] gehen sogar soweit, Cloud Computing als „[...] the most hyped subject in IT today“ zu bezeichnen. Cloud-basierte Dienstleistungen können von Privatpersonen, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) wie auch von großen Unternehmen in Anspruch genommen werden. Insbesondere für die Gruppe der Kleinst- und Kleinunternehmen bieten cloud-basierte Dienstleistungen großes Potential, da gemäß einer Studie von McKinsey [13] die IT dort noch wenig professionalisiert ist und ein großes Entwicklungspotential aufweist. Gemäß [13] betreuen etwa 35% der KMU mit zehn bis fünfzig Arbeitsplätzen ihre IT selber und haben kein IT Budget. Bei den KMU mit bis zu zehn Arbeitsplätzen sind es sogar 75% die IT selber betreuen. Eine Folge davon ist, dass man oftmals auf prekäre Verhältnisse wie falsch dimensionierte, schlecht gewartete, wenig dokumentierte, unzuverlässige und dadurch teure IT Infrastrukturen trifft. Besonders in diesen Fällen könnte das Cloud Computing Modell „Virtual Private Workspace“ (VPW) Abhilfe schaffen und Wettbewerbsvorteile herbeiführen. VPW bietet die komplette IT eines KMU als Service an und ist eine Unterkategorie von IT Outsourcing.

Im Umfeld des IT Outsourcing bekannte Herausforderungen in den Bereichen der Datensicherheit, des Datenschutzes und der Abhängigkeit vom Anbieter führen zu Unsicherheit bei Endkunden. Fragen zur Kompatibilität der bestehenden IT und der derzeit noch geringe Bekanntheitsgrad von VPW erschweren den KMU die Entscheidungsfindung zusätzlich.

Ziel dieser Arbeit ist es, KMU mit einem Instrument auszustatten, welches sie über den aktuellen Wissenstand und Methoden informiert und aufzeigt, wann sich der Einsatz von VPW lohnt. Es interessiert deshalb besonders, welche Kriterien für den Einsatz von VPW bei KMU ausschlaggebend sind. Die Untersuchung betrachtet KMU in der deutschsprachigen Schweiz mit bis zu 50 Mitarbeitenden und fokussiert sich auf betriebswirtschaftliche Aspekte unter Berücksichtigung der relevanten technischen Gegebenheiten.

Das methodische Vorgehen für die Studie wurde analog der vorgeschlagenen Forschungssystematik nach Atteslander und Cromm [2] gewählt. Von der Fragestellung ausgehend wurde mittels Literaturstudiums das nötige Grundlagewissen zusammengefasst (Publikationen bis April 2011) sowie die Begriffe Cloud Computing und Virtual Private Workspace definiert. Aufbauend auf Erkenntnissen aus der aktuellen Forschung wurde eine explorative Fallstudie durchgeführt, verifiziert und diskutiert.

Der Beitrag ist analog zur methodischen Vorgehensweise gegliedert. Er beginnt mit einer Analyse des State-of-the-Art bezüglich Cloud Computing und VPW. Im Kapitel 2 werden das methodische Vorgehen erläutert sowie die Resultate der Untersuchung präsentiert. Mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere mögliche Forschungsbereiche schließt der Beitrag.

## 2 Theoretische Grundlage

Zunächst wird im Folgenden die theoretische Grundlage durch die Definition der zentralen Begriffe geschaffen. Zur Abstützung dieser Definitionen wird die recherchierte Literatur herangezogen. Anschließend wird zusätzlich der Begriff Virtual Private Workspace abgegrenzt und definiert. Das Kapitel endet mit einem Überblick über den aktuellen Forschungsstand bezüglich Cloud Computing und dem VPW-Konzept.

### 2.1 Cloud Computing

Über Cloud Computing und dessen Ausprägungen wurde in der Literatur zahlreich und ausführlich diskutiert [1,3,7,13-17]. Dennoch konnte noch kein abschließender Konsens über den Begriff Cloud Computing gefunden werden. In der Fachliteratur verwendet nahezu jede Publikation ihre eigene Definition, die oftmals stark die Sichtweise der zugehörigen Branche widerspiegelt. Die Analysten der Gartner Group [16] kommen ebenfalls zu diesem Schluss und warnen vor Missbrauch und Missverständnissen rund um den Begriff Cloud Computing. Der vorliegende Beitrag stützt sich auf die Definition von Mell und Grance [10], die im Auftrag des amerikanischen National Institute of Technology verfasst wurde und die in der Fachliteratur bereits Anklang gefunden hat. Im Vergleich zu anderen Definitionen liegt der wesentliche Mehrwert dieser Definition in der Beschreibung von Cloud Computing anhand fünf essentieller Charakteristiken, vier Organisationsformen und dreier Service-Modelle. Die fünf Charakteristika lauten „on-demand self service“, „broad network access“, „resource pooling“, „rapid elasticity“ und „measured service“. Als Cloud Organisationsformen werden Private Cloud, Community Cloud, Hybrid Cloud und Public Cloud unterschieden. Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS) bilden die Service-Modelle von Cloud Computing.

Nick, Cohen und Kaliski [12] erweitern die Cloud-Definition um ein Organisationsmodell: Virtual Private Cloud (VPC). VPC bietet die Funktionalität und Vorzüge einer Private Cloud, besitzt aber nicht zwingend deren Form. Die der VPC zugrunde liegenden Ressourcen können von vielen Firmen genutzt werden, erfüllen aber die Sicherheits-, Performance- und Verfügbarkeitsansprüche jedes einzelnen Unternehmens individuell.

Sowohl Nutzen als auch Hemmnisse von Cloud Computing sind in der Literatur gut dokumentiert [1,9,14,18]. Die am häufigsten genannten Nutzen sind Kostensenkungen durch Skaleneffekte, Effizienzsteigerung durch Konsolidierung und Virtualisierung, höchste Verfügbarkeit, Komplexitätsreduktion und bedarfsabhängige Ressourcenbereitstellung. Zu den wichtigsten Hemmnissen zählen Datensicherheit und Datenschutz, rechtliche Bedenken und fehlendes Vertrauen.

## 2.2 Virtual Private Workspace

In der Praxis werden verschiedenste Bezeichnungen für virtuelle Arbeitsplätze verwendet wie beispielsweise Application Service Providing (ASP), Desktop as a Service (DaaS), Virtual Workplace oder Virtual Office. Hinter diesen Bezeichnungen stehen zum Teil unterschiedliche Bereitstellungsmodelle, aber keiner dieser Begriffe beschreibt das Konzept der vollständigen Virtualisierung der Unternehmens-IT-Infrastruktur und des Outsourcing zu cloud-basierten Diensten präzise und umfassend. Hierfür wird der Begriff Virtual Private Workspace (VPW) eingeführt, der die drei fundamentalen Eigenschaften Virtualisierung (Virtual), Virtual Private Cloud (Private) und die komplette Unternehmens-IT-Infrastruktur (Workspace) verbindet. Basierend auf der Cloud Definition von Mell und Grance [10] kann Virtual Private Workspace wie folgt definiert werden:

*Virtual Private Workspace (VPW) beschreibt eine Kombination aus Software as a Service und Infrastructure as a Service, welche eine komplette Unternehmens-IT-Infrastruktur aus einer Virtual Private Cloud zur Verfügung stellt. Der Zugriff erfolgt über eine gesicherte Internetverbindung per Remote-Desktop-Technologie. VPW kann sowohl durch die unternehmensinterne IT wie auch durch einen Drittanbieter gemanagt werden.*

VPW kombiniert demnach die Möglichkeiten von Cloud Computing – im Speziellen durch SaaS, IaaS und VPC – und der Virtualisierungstechnologie. Insbesondere die Optionen der Virtualisierungstechnologie blieben KMU bisher aus Kostengründen und aufgrund der hohen Komplexität verwehrt. Durch die Skaleneffekte von Cloud Computing und infolge der Vereinfachung durch Abtreten des Virtualisierungsmanagements an den IaaS Anbieter werden diese für KMU zugänglich. Auf den Einbezug von PaaS-Lösungen wird bei VPW verzichtet, da sich das PaaS-Angebot primär an Anwendungsentwickler und nicht an Endkunden richtet. Das folgende Beispiel illustriert die Einsatzmöglichkeit von VPW anhand einer fiktiven aber dennoch repräsentativen Praxis-situation:

*Ein Aussendienst-Mitarbeiter präsentiert mit seinem iPad mittels PowerPoint auf einem Beamer die neuen Produkte. Der Kunde ist vom Produkt überzeugt und möchte das es bestellen. Der Verkäufer öffnet auf dem iPad SAP Business ByDesign und erfasst die Bestellung. Die Anwendungen laufen dabei nicht direkt auf dem iPad und sind auch nicht auf dem iPad installiert, sondern in einer Virtual Private Cloud in Köln. Das Betriebssystem, welches den Anwendungen die Ressourcen zur Verfügung stellt ist Windows 7 und läuft als virtuelle Maschine (VM) in der VPC. PowerPoint wiederum ist Bestandteil von Office365 und wird als SaaS aus der Microsoft*

*Cloud bezogen, SAP Business ByDesign wird aus der SAP Cloud abgerufen. Dem Mitarbeiter aber bleibt die komplizierte Bereitstellungstechnik verborgen und er erkennt nicht, dass die einzelnen Anwendungen von unterschiedlichen Anbietern bezogen werden. Er kann sich an einem beliebigen Ort mit einem beliebigen Gerät, welches über eine Internetverbindung verfügt, an seinem Arbeitsplatz anmelden und auf sämtliche Applikationen und Daten zugreifen. Der Arbeitgeber profitiert von günstigen Preisen für den Betrieb der Anwendungen, ohne dass er eigene IT-Ressourcen bereitstellen und finanzieren muss.*

Wie das Beispiel schematisch aufzeigt, verändert VPW gängige Geschäftsprozesse und Anwendungsfälle grundlegend und senkt die IT-Kosten. VPW folgt dem Ansatz einer integrierten Cloud IT Infrastruktur, welche die gleiche Funktionalität und Sicherheit wie eine klassische IT Infrastruktur bereitstellen soll, obwohl diese durch mehrere Kunden benutzt wird. Dabei ist es letztendlich das Ziel, sämtliche Software kostengünstig als SaaS zu beziehen. Zusätzlich ermöglicht dieser Ansatz auch bestehende Soft- und Hardware in die neue VPW-Lösung zu integrieren. Nicht SaaS-fähige Software kann konventionell auf einer VM installiert werden und, sobald diese SaaS-fähig ist, abgelöst werden. Auch vom Unternehmen spezifisch angepasste Software kann in VPW betrieben werden. Hierzu muss allerdings erwähnt werden, dass spezifisch angepasste Software Skaleneffekte verhindert und nicht als SaaS angeboten werden kann. Zusätzlich wird die Einsatzdauer der Hardware wie z.B. Desktop Computer oder Laptops erhöht und deren Ersatz durch Thin Clients kostengünstiger.

Die Definition wurde bewusst umfassend gewählt, sodass viele Produkte mit unterschiedlichen Merkmalen unter den Begriff VPW fallen. So spielt es beispielsweise keine Rolle, ob als Bereitstellungskonzept Desktopvirtualisierung (VDI) oder Server Based Computing (SBC) zum Einsatz kommen. Es ist auch unwesentlich, ob die Applikationen konventionell installiert sind, virtuell gestreamt oder per Webbrowser abgerufen werden. Die zwei zentralen Besonderheiten, durch die sich VPW von anderen Definitionen unterscheidet, sind die vollständige Migration in die Cloud und der Integrationsansatz, welcher Lösungen aus Angeboten mehrerer Anbieter beinhalten kann. Als Beispiel dazu wäre ein modularisiertes SaaS-Angebot zu nennen, welches VPW Kunden über eine Benutzeroberfläche selber kombinieren könnten. Unseren Recherchen nach hat der Integrationsansatz über mehrere Anbieter in der Praxis aber noch nicht Einzug gehalten.

Da VPW eine konsequente Anwendung des Cloud Computing Konzepts darstellt, kann von den gleichen Vorteilen und Hemmnissen ausgegangen werden. Deshalb werden im Folgenden nur die darüber hinausgehenden, VPW spezifischen Besonderheiten kurz aufgezeigt. Im Vergleich zu klassischen Client-Server-Modellen kann bei VPW mit Thin Clients gearbeitet werden, wodurch gemäss einer „Total Cost of Ownership“ (TCO) Modellrechnung von Köchling und Knermann [8] ein Hardware-Einsparpotential von 31%-42% besteht. Des Weiteren kann mit VPW eine zentralisierte Verwaltung eingeführt werden. Dadurch muss der Administrator nicht mehr vor Ort sein, um Probleme zu lösen. Patches und Updates können einfach auf die Systeme verteilt werden, und es werden automatisch Systemabbilder virtueller Desktops erstellt, welche eine sehr hohe Verfügbarkeit ermöglichen. Auf der Kehrseite sind insbesondere die fehlende Unterstützung für Peripherie, eine eingeschränkte Multimediafähigkeit, die starke Abhängigkeit vom Anbieter und fehlende Offline-Fähigkeit zu nennen.

Das Konzept von VPW weist vereinzelt Überschneidungen mit anderen Konzepten auf. Um Klarheit zu schaffen, veranschaulicht Tabelle 1 die Abgrenzung von VPW gegenüber ASP und DaaS:

Eigenschaften \ Modell	ASP	DaaS	VPW
Virtualisierungstechnologie	Nein	Ja	Ja
Cloud Organisationsmodell	Keines	Unklar	VPC
Vollständiges Outsourcing der KMU IT	Ja	Unterschiedlich nach Anbieter	Ja
Softwarearchitektur	Single-Tenant	Multi-Tenant	Multi-Tenant
Design	Client-/Server	Webbasiert (SaaS)	Webbasiert (SaaS)
Bereitstellungskonzept	SBC	VDI	VDI & SBC
Modell	Servicemodell	Servicemodell	Servicemodell / Eigenverwaltung
Integrationsansatz	Nicht vorhanden	Vorhanden, wird nicht umgesetzt	Bestandteil des Modells

**Tabelle 1: Abgrenzung von VPW gegenüber ASP und DaaS**

VPW kann als eine Weiterentwicklung bestehender Modelle bezeichnet werden. Während DaaS – betrieben in einer VPC – unter den Begriff VPW subsummiert werden kann ist dies bei ASP nicht möglich. Außerdem ist anzumerken, dass DaaS und Desktop as a Service markenrechtlich geschützte Begriffe des Unternehmens DeskTone sind und nicht von anderen Unternehmen verwendet werden dürfen [5].

### 2.3 Aktueller Forschungsstand

Für diese Untersuchung des aktuellen Forschungsstandes sind vor allem zwei Themengebiete von besonderer Relevanz: Fallstudien zur Einführung und Akzeptanz von Cloud Computing sowie Beispielarchitekturen und Anforderungen für den Einsatz virtueller Desktops.

Recherchen mit den Schlagwörtern „Study“ und „Cloud Computing“ in den Datenbanken ABI, ACM, EBSCO, Web of Science ergaben lediglich einen Treffer [15], weshalb zusätzlich Analysen von Wirtschaftsberatungsunternehmen in die Literaturrecherche einbezogen wurden. Die zwei umfassendsten Analysen [4,17] zur Adaption von Cloud Computing in Unternehmen zeigen, dass Flexibilität, Einsparmöglichkeiten und die Skalierbarkeit die wichtigsten Treiber sind. Als größte Eintrittsbarrieren gehen Sicherheits- und Kontinuitätsbedenken und rechtliche Unsicherheiten hervor. Eine Studie [17] stellt zudem fest, dass Unternehmen Cloud Computing noch nicht als integrierten Bestandteil ihrer IT-Strategie sehen und deshalb Cloud Computing nur punktuell einsetzen möchten. Forschung zum Einfluss nicht technischer Faktoren auf den Einsatzentscheid von Cloud Computing wird von Ross [15] betrieben. Gemäß [15] ist der Entscheid eines Managers, Cloud Computing zu adoptieren, signifikant abhängig von den Faktoren „cost-effectiveness“, „reliability“, „the need for cloud computing“ und „perceived security effectiveness“. Des Weiteren folgert [15], dass beim Prüfen neuer Technologien die technischen Aspekte genauso wichtig sind wie die Integrationsfähigkeit in die Struktur, die Organisation, die Kultur und in die strategischen Ziele des Unternehmens.

Aus dem Literaturstudium zu den Beispielarchitekturen wurden [8,18] ausgewählt, da diese nicht nur auf technische Details fokussiert sind, sondern auch wirtschaftliche Aspekte aufzeigen. Köchling und Knerrmann [8] haben detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnungen zum SBC vorgenommen. Sie stellen dabei fest, dass die TCO Berechnungen der KMU oftmals nur Anschaffungs- und Initialkosten berücksichtigen, die Betriebskosten aber außer Acht lassen.

Ihre TCO-Berechnungen zeigen, dass die Betriebskosten etwa 50% betragen. Vogel, Koçoğlu und Berger [18] gehen in ihrer Analyse der VDI-Beispielarchitekturen von zwei unterschiedlichen Kundenszenarien aus und beschreiben zu jedem Szenario jeweils zwei Lösungsansätze. Sie stellen fest, dass mit steigender Standardisierung die Kosten sinken. Eine essentielle Erkenntnis dieses Ansatzes ist die Modularisierung. Mit dem Virtualisierungsmanagement kann aus einem sehr komplexen System von Lösungen jedem Benutzer ein individuell abgestimmtes Softwarepaket zur Verfügung gestellt werden. Die Modularisierung öffnet dem VPW das Feld von individuell zugeschnittenen Lösungen und verbindet diese mit den Kostenvorteilen der Standardisierung.

Zu den einzelnen Bestandteilen von VPW existiert ein breites Spektrum an Grundlagenforschungen. Weitgehend unerforscht sind hingegen der Einsatz von Cloud Computing respektive VPW bei KMU. Die vorliegende Arbeit schließt diese Lücke ein Stück weit.

### **3 Forschungsdesign**

Das Forschungsdesign orientiert sich am explorativen Vorgehen nach Atteslander und Cromm [2]. Atteslander und Cromm schlagen ein zweistufiges, iteratives Vorgehen vor: Erstens sollen Hypothesen gebildet und zweitens eine empirische Überprüfung vorgenommen werden. Im vorliegenden Beitrag wurde der Prozess einmal vollständig durchlaufen. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen wurde anschließend ein Werkzeug gebildet, welches wiederum als Hypothese betrachtet werden kann.

Damit möglichst umfassende Erkenntnisse generiert werden konnten, wurde der Ansatz der Triangulation gewählt und die Methoden Fallstudie sowie Experteninterview kombiniert eingesetzt. Die ausschließlich qualitativen Verfahren resultierten aus dem Mangel an Erhebungssubjekten, da sich VPW derzeit noch in einem frühen Adaptionstatus befindet. Die zwei vorgenommenen Fallstudien zeigen VPW aus der Perspektive des Kunden und wurden zur Hypothesenbildung verwendet. Anhand von sechs Experteninterviews wurden die Hypothesen geprüft und mit Inputs aus der Anbietersicht ergänzt.

Geografisch wurde die Studie auf die Deutschschweiz beschränkt, da sonst die gesetzlichen und kulturellen Unterschiede der verschiedenen Länder hätten berücksichtigt werden müssen und dies den Rahmen dieser Forschung überschritten hätte.

#### **3.1 Fallstudienforschung**

Um möglichst stichhaltige Hypothesen entwickeln zu können, wurde ein induktiver Ansatz mittels Literaturstudium und Analyse zweier Fallstudien gewählt. Als Methodik zur Erarbeitung der Fallstudien wurde das von Flick [6] vorgeschlagene unstrukturierte, narrative Interview eingesetzt. Als Adressaten wurden zwei Entscheidungsträger von KMU gewählt, welche vor kurzem eine VPW-Migration abgeschlossen haben. Eines der befragten Unternehmen stammt aus der Gesundheitsbranche und hat 20 Mitarbeitende, das andere ist ein Dienstleistungsunternehmen mit sieben Mitarbeitenden. Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde darauf geachtet, dass je ein Unternehmen mit Servicemodell und eines ohne Servicemodell befragt wurden. Der Fokus der Fallstudien richtete sich auf einen Vergleich von VPW und der zuvor eingesetzten IT-Infrastruktur, auf die an VPW gestellten Anforderungen und dessen Vorteile. Die daraus entstandenen Beobachtungen wurden mit den KMU diskutiert, auf Signifikanz geprüft und es wurde zu jeder Beobachtung eine deterministische Hypothese formuliert.



### 3.2 Experteninterviews

Die Hypothesenvalidierung erfolgte mittels Experteninterviews, welche nach dem Vorgehen von Flick [6] und Meuser und Nagel [11] gestaltet und mit Hilfe eines strukturierten Leitfadens durchgeführt wurden. Als Experten wurden Mitarbeitende von potentiellen VPW-Anbietern gewählt. Es wird von potentiellen VPW-Anbietern gesprochen, da im Voraus nicht erkennbar war, ob die Anbieter die Kriterien von VPW erfüllen (die angefragten Unternehmen bieten ASP, DaaS oder ähnliche Produkte an). Es wurden nur Unternehmen angefragt, welche VPW als Service anbieten, da nur von den Serviceanbietern erwartet werden kann, dass sie die Bedürfnisse der Kunden kennen. Diese Einschränkung hat die Anzahl der möglichen Gesprächspartner bereits sehr stark eingegrenzt. Die Auswahl der Experten erfolgte anhand einer einfachen Recherche über Google. Über Suchanfragen mittels den Schlüsselwörter DaaS, ASP, Virtual Workplace und Virtual Office wurden schlussendlich acht unterschiedlich große Unternehmen gefunden und für ein Interview angefragt. Daraus resultierten sechs Experteninterviews. Unter den befragten Unternehmen waren ASP-Anbieter, neue Abteilungen klassischer IT Systemhäuser, ein Open Source Startup und ein ehemaliger Telekommunikationsanbieter. Die Interviews fanden im Mai 2011 im Zeitrahmen von einer bis eineinhalb Stunden statt, wurden als Einzelgespräche durchgeführt und bestanden aus zwei Teilen. Der erste Teil fokussierte auf die Validierung der Hypothesen. Um die Diskussion möglichst offen zu halten wurden die Hypothesen den Experten zunächst nicht vorgelegt. Anstatt dessen wurden die Experten befragt, ob sie einen Zusammenhang zwischen der abhängigen Variable und dem Einsatz von VPW erkennen können. Im zweiten Teil wurden die Experten gebeten, die Hypothesen nach Wichtigkeit zu bewerten. Dazu wurde eine Likert-Skala mit 1 (unwichtig), 2 (wenig wichtig), 3 (neutral), 4 (wichtig) und 5 (sehr wichtig) verwendet. Abschließend wurde erhoben, welche der Hypothesen aus Sicht der Anbieter als Ausschlusskriterien gesehen werden und ob weitere Faktoren beim Einsatzentscheid wichtig sind.

## 4 Resultate

### 4.1 Fallstudienforschung

Aus den Fallstudien konnten elf Einsatzkriterien von VPW evaluiert werden. Aus diesen Anforderungen wurden Hypothesen generiert, welche sich in die vier Kategorien Kosten, Innovation, Technik und Sicherheit unterteilen lassen. Bei den Kosten wurde festgestellt, dass beide Unternehmen ein TCO-Einsparpotential (18% und 27%) realisieren konnten und dass die Kostentransformation von Einstiegskosten zu widerkehrenden Kosten und somit der Lebenszyklus der bisherigen IT für den Einsatzentscheid wichtig war ( $Ha_{1Z}$  und  $Ha_{2Z}$ ). Als Innovation wurde von beiden Unternehmen genannt, dass die Anzahl der Zugriffsstandorte ( $Ha_{3Z}$ ) mit VPW unbeschränkt sei und dadurch keine Kostenfolgen oder Funktionalitätseinschränkungen entstehen würden. Weiterhin wurde insbesondere von einem Unternehmen angeführt, dass VPW organisch mit der Größe des Unternehmens wachse und schrumpfe – also immer optimal dimensioniert sei ( $Ha_{4Z}$ ). In Bezug auf die Technik wurden Einschränkungen analog zu den von [8, 18] genannten festgestellt. Es handelt sich dabei um die Kompatibilität der eingesetzten Peripherie und Software ( $Ha_{5Z}$ ,  $Ha_{6Z1}$  und  $Ha_{6Z2}$ ). Von den Unternehmen als wichtig empfunden wurde auch das Produktportfolio des Anbieters. Als wünschenswert wurde insbesondere ein möglichst modulares und integriertes Produktportfolio angesehen ( $Ha_{7Z1}$  und  $Ha_{7Z2}$ ). In der Kategorie Sicherheit konnten im Speziellen zwei Bedürfnisse erkannt werden: Einerseits muss

eine adäquate, gesetzeskonforme Sicherheit vom Anbieter gewährleistet werden, andererseits muss ein Vertrauensverhältnis zwischen dem Anbieter und dem Kunden entstehen ( $Ha_{8Z}$ ). Die daraus resultierenden Hypothesen können der Tabelle 2 entnommen werden. Es bleibt anzufügen, dass einzig die Hypothese  $Ha_{1Z}$  (TCO-Einspar-möglichkeiten) als Ausschlusskriterium formuliert wurde.

## 4.2 Experteninterviews

Die Tabelle 2 zeigt die Bewertung der Experten geordnet nach der Wichtigkeit der Hypothesen, welche anhand der Likert-Skala erhoben wurde. Sie kann als erstes Indiz für die Aussagekraft der Hypothesen gewertet werden.

Abhängigkeit des Einsatzes VPW von ...	Median (n= 6)	Standard- abweichung ( $\sigma$ )	# Nennungen als Ausschluss- kriterium
dem Vertrauensverhältnis ( $Ha_{9Z}$ )	5.00	0.00	1
dem Datenschutz und der Datensicherheit ( $Ha_{8Z}$ )	5.00	0.37	2
der Anzahl Standorte und der Mobilität ( $Ha_{3Z}$ )	4.00	0.47	-
dem Lebenszyklus der bisherigen IT ( $Ha_{2Z}$ )	4.00	0.69	-
den TCO-Einsparmöglichkeiten ( $Ha_{1Z}$ )	3.50	0.90	1
dem Performanceanspruch der Software ( $Ha_{6Z2}$ )	3.50	0.75	2
der Modularität & Integrität des Angebots ( $Ha_{7Z1}$ und $Ha_{7Z2}$ )	3.50	1.49	-
der vorhandenen Individualsoftware ( $Ha_{6Z1}$ )	2.50	1.49	3
der genutzten Peripherie ( $Ha_{5Z}$ )	2.50	1.49	2
der Business-Skalierbarkeit ( $Ha_{4Z}$ )	2.00	1.26	-

**Tabelle 2: Bewertung der Wichtigkeit der Hypothesen durch die Experten**

Im Vergleich der quantitativen Auswertung mit den Ausführungen der Experten im Gespräch sind folgende Kontroversen besonders aufgefallen. Die Experten erkannten an, dass die Kosten zu den wesentlichen Faktoren zählen. Ihre Erfahrung zeigt aber, dass die KMU einerseits keine TCO-Berechnungen durchführen – ihre Kosten folglich gar nicht kennen – und andererseits die Kosten kein Ausschlusskriterium sind. Eine weitere große Diskrepanz ließ sich bei der Kompatibilität der genutzten Software erkennen. Die Bewertung mit Median 2.50 weist auf eine unwichtige Hypothese hin, dem widerspricht jedoch die dreifache Nennung als Ausschlusskriterium. Im Gespräch zeigte sich sowohl, dass bei Individualsoftware mit Zusatzkosten gerechnet werden muss, als auch, dass die Kunden nur auf VPW wechseln, wenn die bestehenden Applikationen migriert werden können. Dies bestätigt die Hypothese, trotz tiefer Bewertung. Ein analoges Bild zeigte sich auch bei der Peripherie: die Experten sehen die Kompatibilität der Peripherie zwar als Ausschlusskriterium, sobald aber Kompatibilität nachgewiesen ist, sei das Kriterium für den Einsatz nicht mehr entscheidend. Interessant erscheint auch, dass die Business-Skalierbarkeit, einer der wesentlichen Cloud Computing Vorteile, von den Experten als belanglosestes Kriterium eingestuft wird. Sie begründen diese Entscheidung mit der Erfahrung, dass zwar viele Kunden nach Skalierbarkeit verlangen, die Benutzerzahlen jedoch sehr konstant seien.

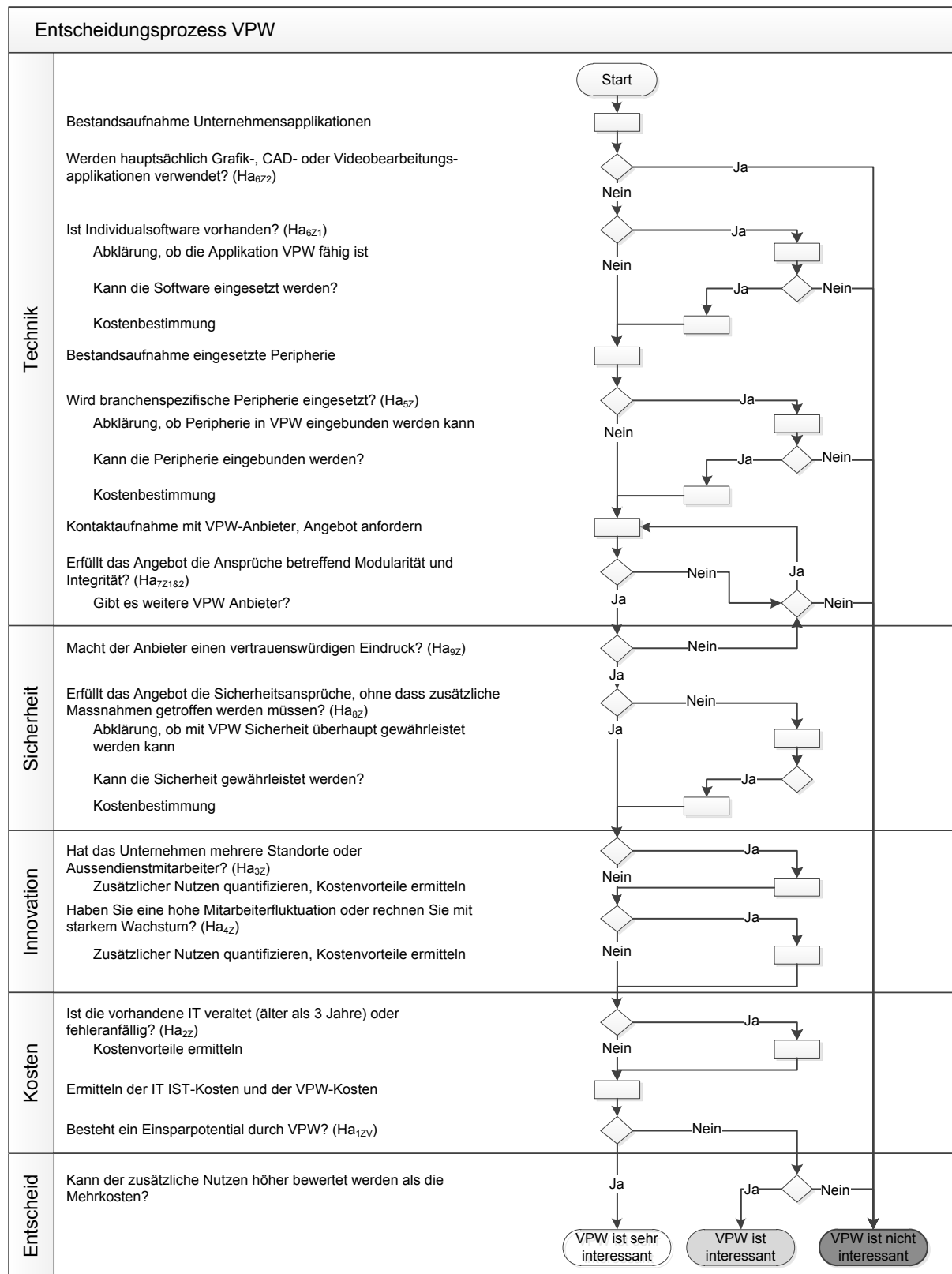
### 4.3 Implikationen und Entscheidungsprozess

Aufgrund der Auswertung der Experteninterviews musste die Hypothese  $Ha_{1Z}$  verworfen werden. Im Gegenzug wurde eine neue Hypothese  $Ha_{1ZV}$  formuliert, welche nicht mehr als Ausschlusskriterium zu bewerten ist und anstelle der die TCO-Kosten die IT-IST-Kosten vergleicht.

Bild 1 stellt die gültigen Einsatzkriterien (Hypothesen) in einem Prozessablaufdiagramm dar. Zu Beginn werden die Ausschlusskriterien abgefragt, wodurch unnötiger Aufwand für KMU verhindert wird, welche für VPW nicht geeignet sind. Weiter werden die Fragen in thematische Kategorien eingeteilt und – wo möglich – die als wichtig gewerteten Fragen jeweils zuerst gestellt. Zum Entscheidungsprozess müssen folgende Anmerkungen gemacht werden:

- **Ausgangslage:** Damit ein KMU sich die Frage stellen kann, ob der Einsatz von VPW sinnvoll ist, muss es sowohl den aktuellen Zustand seiner IT, wie auch seine IST-Kosten kennen und über ein IT Sicherheitskonzept oder Sicherheitsanforderungen verfügen.
- **Ziel des Prozess:** Der Entscheidungsprozess hat drei mögliche Ergebnisse (nicht interessant, interessant, sehr interessant). Die Unterscheidung in „VPW ist interessant“ und „VPW ist sehr interessant“ wurde aufgrund der Anmerkung der Experten, die Kosten seien oftmals nicht das entscheidende Kriterium, vorgenommen. Diese Anmerkung basiert auf der Tatsache, dass viele KMU keine TCO-Berechnungen durchführen und deshalb ihre IT-Kosten nicht kennen, weshalb ein fundierter Vergleich der Modelle nicht möglich ist.
- **Hinweis zum Prozessschritt VPW-Abklärung Peripherie und Software:** Für die Abklärung der VPW-Tauglichkeit von Peripherie und Software, kann der Hersteller kontaktiert und nach Terminalserverfähigkeit gefragt werden. Grundsätzlich unproblematisch sind Netzwerkdrucker und USB-Geräte mit tiefem Datenvolumen. Sollte Unklarheit betreffend der Kompatibilität bestehen, wird empfohlen bereits in diesem Schritt einen VPW-Anbieter zu kontaktieren.
- **Hinweis zum Prozessschritt vertrauenswürdiger Anbieter:** Als Indiz für einen vertrauenswürdigen Anbieter kann beispielsweise Transparenz genannt werden, d.h. die klare Darstellung der Vor- und Nachteile sowie der Grenzen der VPW-Lösung durch den Anbieter sowie die Berücksichtigung der spezifischen Gegebenheiten des KMU in seinem Angebot. Transparenz reicht aber nicht aus, der Kunde sollte vor dem Entscheid unbedingt Referenzen einholen und sich nach Zertifikaten, dem Qualitätsmanagement, der Qualitätssicherung und den Auditrechten erkundigen.
- **Generelle Anmerkung:** Dieser Entscheidungsprozess ist so ausgelegt, dass das Resultat einer hybriden Infrastruktur nicht existiert (unter einer hybriden Infrastruktur verstehen die Autoren eine Mischung von VPW und lokalen Installationen). Da sich VPW noch in einem sehr frühen Technologie- und Adaptionstatus befindet wird eine hybride Infrastruktur mit unklaren Verantwortlichkeiten und erhöhter Ausfallwahrscheinlichkeit von den Autoren als unnötiges Risiko interpretiert und nicht berücksichtigt.

Abschließend kann der Entscheidungsprozess VPW als „Make-or-Buy“ Outsourcing-Strategieentscheidung nach Cánez, Platts und Probert [3] im Beschaffungsmanagement eingeordnet werden.



## 5 Diskussion

Die Triangulation der qualitativen Fallstudien und Experteninterviews erhöht die Qualität der Forschungsergebnisse. Vollständig können die Gütekriterien nach Flick [6] derzeit jedoch noch nicht erfüllt werden. In weiteren Forschungsschritten wären die Operationalisierung und Messinstrumente zu optimieren und zu validieren. Um die Reliabilität zu verbessern, könnten beispielsweise VPW-Kunden in weiterer Forschung anhand eines Online-Fragebogens die erarbeiteten Hypothesen validieren. Zudem war das Gütekriterium Objektivität war unter den Umständen der verfügbaren Daten nicht ohne Schwierigkeiten zu erfüllen und könnte verletzt worden sein. Sowohl die befragten Unternehmen der Fallstudien, wie auch die Experten können tendenziell eher als VPW-Befürworter betrachtet werden. Die Resultate können daher nicht generalisiert werden, liefern aber dennoch wichtige Informationen und können als Grundlage für weiterführende Untersuchungen bzw. in der Praxis als Entscheidungshilfe eingesetzt werden.

Cloud Computing hat bereits Eingang in die Praxis gefunden und überzeugt durch Serviceorientierung, Mobilität, ein transparentes Kostenmodell, Skalierbarkeit und Verfügbarkeit. Diese Vorteile des Cloud Computing werden vollumfänglich in das entwickelte VPW-Modell integriert. VPW verfolgt daher einen ganzheitlichen Ansatz und hat das Potential einer disruptiven Technologie. Zum aktuellen Zeitpunkt befindet sich VPW jedoch in einem frühen Entwicklungsstadium und ist noch nicht für alle Geschäftsbranchen gleich attraktiv. Ob und inwiefern sich die Technologie großflächig durchzusetzen vermag, ist derzeit offen.

Die vorliegende Forschung leistet einen Beitrag, die Einsatzmöglichkeiten von VPW aufzuzeigen und anhand eines pragmatischen Entscheidungsprozesses abzuschätzen. Damit verfügen die KMU über ein einfaches, verständliches Instrument zur Entscheidungsfindung welches Unsicherheiten beseitigt, das Angebot transparent darstellt und mit der Entscheidung verbundene Fragen beantwortet.

Für ergänzende Studien öffnet der globale Aspekt des Cloud Computing ein interessantes Forschungsfeld. Im Kontext von VPW könnte untersucht werden, ob die Kunden einem Anbieter gegenüber skeptischer sind, wenn dieser SaaS-Dienstleistungen von globalen, renommierten Unternehmen wie Microsoft oder Amazon vertreibt. Im Weiteren drängt sich die Frage auf, inwiefern nicht-technische Aspekte wie beispielsweise persönliche Interessen oder Emotionalität durch Marketing einen Einfluss auf den Einsatzentscheid von VPW haben. Als Grundlage dazu könnte die Forschung von Ross [15] dienen, die untersucht, welche nicht-technischen Faktoren bei Cloud Computing eine Rolle spielen. Zusätzlich könnte analysiert werden, ob die Einteilung der Kriterien in Basisanforderungen und zufriedenheitssteigernde Aspekte anhand des Kano-Modells [7] zum besseren Verständnis der widersprüchlichen Expertenaussagen oder zu weiteren Einflussfaktoren führt.

## 6 Literatur

- [1] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, AD; Katz, R; Konwinski, A; et al (2010): A view of cloud computing. *Communications of the ACM* 53(4):50-8.
- [2] Atteslander, P; Cromm, J (2008): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 12. Auflage. Erich Schmidt, Berlin.
- [3] Cánez, LE; Platts, KW; Probert, DR (2000): Developing a framework for make-or-buy decisions. *International Journal of Operations & Production Management* 20(11):1313-30.

- [4] Chung, M; Hermans, J (2010): From Hype to Future - KPMG's 2010 Cloud Computing Survey. KPMG Advisory N.V., Amsterdam.
- [5] Deskton Inc (2009): Deskton Secures Registered Marks for Desktops as a Service and DaaS. [http://www.deskton.com/company/news/14-deskton\\_secures\\_registered\\_marks\\_for\\_desktops\\_as\\_a/view](http://www.deskton.com/company/news/14-deskton_secures_registered_marks_for_desktops_as_a/view). Abgerufen am 05.05.2011.
- [6] Flick, U (2009): Qualitative Sozialforschung eine Einführung. 2. Auflage. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg.
- [7] Kano, N; Seraku, N; Takahashi, F; Tsuji, S (1984): "Attractive quality and must-be quality". Journal of Japanese Society for Quality Control, 14(2):39-48.
- [8] Köchling, C; Knermann, C (2008): PC vs. Thin Client - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Version 1.2008. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen.
- [9] Marston, S; Li, Z; Bandyopadhyay, S; Zhang, J; Ghalsasi, A (2011): Cloud computing – The business perspective. Decision Support Systems 51(1):176-89.
- [10] Mell, P; Grance, T (2009): The NIST Definition of Cloud Computing. Technical Report Version 15, Information Technology Laboratory. National Institute of Technology (NIST).
- [11] Meuser, M; Nagel, U (2005): ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht – Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Bogner, A (Hrsg.). Das Experteninterview Theorie, Methode, Anwendung. 2. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [12] Nick, JM; Cohen, D; Kaliski, BS (2010): Key Enabling Technologies for Virtual Private Clouds. In: Furht, B; Escalante, A; (Hrsg.). Handbook of Cloud Computing. Springer Science+Business Media, Boston.
- [13] Pleasance, D (2011): Winning in the Cloud. Parallels Summit 2011 - Profit from the Cloud, McKinsey.
- [14] Repschläger, J; Pannicke, D; Zarnekow, R (2010): Cloud Computing: Definitionen, Geschäftsmodelle und Entwicklungspotenziale. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik 2010(275):6-15.
- [15] Ross, VW (2010): Factors influencing the adoption of Cloud Computing by decision making managers. PhD Thesis, Capella University; 2010.
- [16] Smith, DM (2010): Hype Cycle for Cloud Computing 2010. Gartner Inc. <http://my.gartner.com/portal/server.pt?open=512&objID=260&mode=2&PageID=3460702&resId=1410914&ref=QuickSearch&content=html>. Abgerufen am 04.12.2010.
- [17] Vehlowl, M; Golkowsky, C (2010): Cloud Computing - Navigation in der Wolke. PricewaterhouseCoopers AG, Frankfurt am Main.
- [18] Vogel, R; Koçoğlu, T; Berger, T (2010): Desktopvirtualisierung: Definitionen – Architekturen – Business-Nutzen. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.

# **New Sales and Buying Models in the Internet: App Store Model for Enterprise Application Software**

**Stefan Wenzel**

SAP Commercial Platform, SAP AG, D-69190 Walldorf, E-Mail: stefan.wenzel@sap.com

**Wolfgang Faisst**

SAP Commercial Platform, SAP AG, D-69190 Walldorf, E-Mail: wolfgang.faisst@sap.com

**Christoph Burkard**

TU Darmstadt, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik | Software Business & Information Management,  
64289 Darmstadt, E-Mail: burkard@is.tu-darmstadt.de

**Peter Buxmann**

TU Darmstadt, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik | Software Business & Information Management,  
64289 Darmstadt, E-Mail: buxmann@is.tu-darmstadt.de

## **Abstract**

Whereas electronic marketplaces had been established years ago to distribute different kinds of software, they have become subject of public interest given the success of “app store” models in business-to-consumer (B2C) environment, especially for mobile device software. The expectation of a consumer grade buying experience, cloud deployment models and the disaggregation of software bundles to smaller and more focused offerings are fostering the app store model also for enterprise software.

In this article, a classification of buying situations for enterprise application software is introduced reflecting organizational buying processes between the transactional and the consultative sales / buying model. In that context, the article outlines the role of electronic marketplaces and Internet-based sales infrastructures detailed in a practical case example.

## **1 The sales and buying model of enterprise software is changing**

### **1.1 The classical sales and buying model of business management software**

The “classical” sales model of enterprise application software (e.g. ERP or SCM) is a long-lasting highly personnel-intensive process. Sales cycles of several months up to years are widely common (cf. [21] and [20]). The buying process is often highly centralized and driven by central IT and purchasing departments. It involves the evaluation of multiple solutions and incurs

high costs (e.g., initiation costs in terms of search costs; cf. [26]) for the purchasing company but also for the software vendor (cf. [9]). This has partly historical and organizational reasons, but is ultimately also highly determined by the characteristics and nature of traditional enterprise software itself.

At first, enterprise software can be classified as an investment good and the characteristics of organizational buying behavior apply (cf. Table 1; [16] and [15]). Accordingly, the buying process involves, compared to consumer buying processes, more people in the evaluation and decision and focuses on long-term relationships with the software vendor.

“Traditional” enterprise application software itself is deployed on the customer’s premises and requires a technological stack, incl. hardware, system software, a database (for OLTP and OLAP) and middleware (e.g. for integration or mobile access). This stack requires an extensive skill set on the customer side to operate and maintain. The software products themselves are mostly offered as monolithic applications covering numerous cross-company processes and functions (e.g., ERP, SCM, CRM, SRM). Over the years the monolithic applications have added features with every release to cover the needs of highly heterogeneous enterprise customers (cf. [18] and [13]).

	Consumer buying behavior	Organizational buying behavior
Buying decision	Buying decisions are strongly emotional, less formalized, and have a low process orientation	Buying decisions are highly objective and based on facts, formalized and process oriented
	Pre-dominantly individual decision	Pre-dominantly group decisions (buying center)
Customer relationship	Relatively short-term relationships to providers	Relatively long-term relations to providers
	Switching barriers are low for consumers	Switching suppliers / providers bears higher risks
	Customers are often not known to the provider	Customers are known to the provider
	Customer competences is of minor importance for consumer products	Customer competence is of significant importance. Competences however are distributed among multiple persons.

**Table 1: Typical characteristics of B2C versus B2B buying behavior**

Therefore the implementation and customization done by the software vendor or dedicated service providers and the subsequent training of the customer’s staff is time consuming and highly cost intensive (cf. [1]). The enterprise application itself is charged by perpetual license fees (i.e., per application user) plus recurring maintenance fees (cf. [6]).

All together, software licenses (and related maintenance), IT infrastructure, implementation and training sum-up to significant upfront investments, increasing the risk and vendor lock-in on the customer side (cf. [37] and [8]). Due to the high investment risk the customer needs to thoroughly plan, evaluate and select the right solution.

Therefore, the customer forms a so called buying center which involves the conceptual roles of user, influencer, buyer, decider, gate keeper (cf. [35]). Those roles are often distributed among the following corporate functions and departments: IT department, business units, central purchasing department, regional/local representatives, workers’ council, organizational development & change management and CEO / CFO / CxO.

The study from Foscht & Swodoba (cf. [15]) has shown that companies above 100 employees already form buying centers including 6 employees and that buying centers in companies with more than 1000 employees already include 34 people on average when purchasing investment goods like enterprise software.



On the sales side the software vendor compiles a sales team (selling center, cf. [27]) to approach the manifold needs of the customer and the individual interests of the various people involved (i.e., multi-level selling, cf. [19]). The sales team often consists of the following roles: customer account manager, multiple solution & industry specialists (pre-sales), value engineer / business consultant and service advisors.

In addition to the previously mentioned cost, the outlined process involves further far-reaching consequences: On the one hand, the operational departments and individual users are often not or only inadequately involved into the decision process and requirements coming from single departments cannot provide a business case to justify the high investments.

On the other hand, IT departments themselves spend most of their resources on operating the existing IT landscape and are overloaded with big corporate implementations (cf. [28]). They also have hardly efficient processes to consolidate the needs of different departments in the organization.

This leads to an “application and innovation bottleneck” and the IT department is often perceived as inhibitor for innovation. Only recently, due to new types of applications, departments help themselves by subscribing to external cloud-based applications or by introducing workarounds based, for example, on spreadsheets (i.e., “shadow IT”, cf. [5]).

## **1.2 Current trends in the B2C environment with their impact on the B2B world**

In the consumer world, e-commerce has undoubtedly become very popular – for example, Amazon has become also world’s leading retailer (cf. [10]) due to broad offering portfolio and the seamless and highly reliable delivery capabilities. Based on a well-accepted e-commerce model for books, Amazon has expanded the offering to become a general online retailer.

The same happened in the mobile software space with Apple’s “App Store” based on the intuitive buying and seamless consumption capabilities. Although the average price for mobile apps is quite low (\$2-8 according to [11]) and a significant share is even free, the overall revenue potential of the Apple app business was approx. \$1,7B in 2010<sup>1</sup>. In fact, the app store model changed the way software is being built, packaged, sold, delivered and consumed on a large scale.

For Apple (cf. [3]), apps are teasers for their core business. Apple makes 60 times more revenues from their core business of devices (approx. \$30B in 2010) than from content (\$0,5B iTunes revenue share for partner solutions).

Especially the combination of relatively small price, direct ordering and instant usage drives the adoption of solutions from the app store. The solutions itself have a much higher granularity, are highly standardized (cf. transaction costs in [26]) and are much more focused to solve one customer “pain point” than traditional software packages. This makes it less risky to buy such focused solutions. Further it may lead to a dis-aggregation of functionality in two aspects: first, split of functionality (many apps to be purchased separately) and second in terms of usage, where starter packages offer free usage first and need to be upgraded to more advanced package for extended usage (for example via “in-app purchasing”).

---

<sup>1</sup> Revenue by the app business only, is not published by Apple. The data given refers to the secondary analyses <http://www.isuppli.com/Media-Research/News/Pages/Apple-Maintains-Dominance-of-Mobile-Application-Store-Market-in-2010.aspx>.

As the users and ultimately the decision makers for enterprise application software are also consumers, we see that their expectation and behavior in the business-to-business (B2B) world is also changing. B2B customers now also want to search and buy enterprise software in the “app store-way” and get it seamlessly and instantly delivered. Especially in the Software-as-a-Service (SaaS) area, a “guerilla” adoption of software in enterprises via the business user can be observed (cf. [31]), since by its nature an on-demand service can be instantly started without lengthy and risky software shipment, installation and implementation efforts. These decentralized buying potentials are directly addressed by online stores with high transparency (e.g., lower search costs; cf. transaction costs in [26]) and minimal entry barriers.

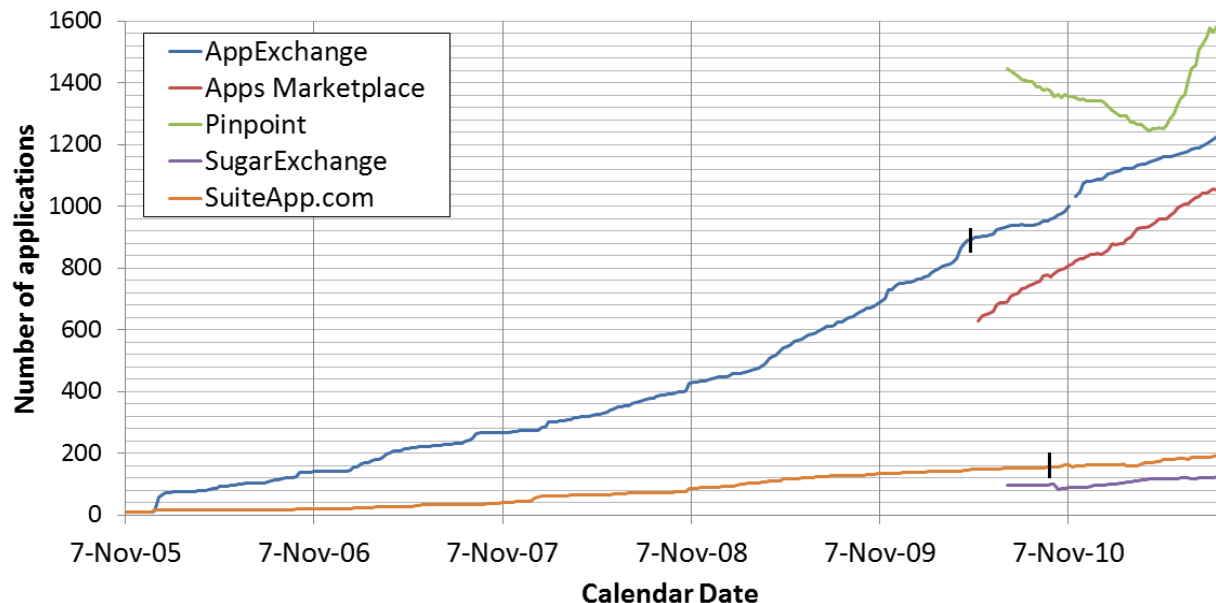


Figure 1: Number of applications on several B2B software marketplaces

### 1.3 Electronic marketplaces for enterprise software

Whereas some electronic marketplaces in the B2C environment and their development are objects of public interest (cf. Apple’s App store or Google’s Android Market and section 1.2), many providers of enterprise software also developed marketplaces for software products complementary to their own software. Those complementary products may increase the demand for the primary software (i.e. the core product; cf. [32] and [12]).

In the area of SaaS a growing number of marketplaces exist. Since 2006 salesforce.com provides a marketplace called AppExchange. Other Software vendors followed that strategy. The companies SugarCRM (with SugarExchange) and NetSuite (with SuiteApp.com) launched comparable marketplaces in 2006 and 2009, respectively. But not only SaaS vendors pursue the approach of building marketplaces around their core products. Since 2008 Microsoft’s marketplace Pinpoint is being operated and in 2010 Google followed with the Google Apps Marketplace, where 3<sup>rd</sup> party providers can offer their applications complementary to Google Apps. Figure 1 shows the number of applications over time for several software marketplaces

in the B2B environment.<sup>2</sup> It is easy to see that for all investigated marketplaces the number of applications is growing in the long run.

Despite the public interest in several marketplaces and business ratios partly published by the marketplace providers, e.g., the number of applications available (cf. also Figure 1) or the number of applications downloaded by customers, objective scientific studies or business cases on the volume of sales are not available neither from the point of view of the marketplace providers nor from the point of view of the application providers. Furthermore, the organizational buying process dealing with enterprise software in the electronic environment is not investigated yet.

## 2 Framework for Buying Situations of Enterprise Software

In the following section, we propose a framework for different areas of application of an electronic marketplace for enterprise software. The framework is based on the concept of buying situations and transactional versus consultative sales / buying models. To prove the evidence of the framework and their underlying assumptions it will require further empirical research and the proposal can be seen as hypothesis derived from current market observations and literature review.

The basic argumentation is that a customer is in a certain buying situation (cf. [34]) whose complexity is defined by various factors specific to the domain of enterprise software. This factors can be grouped into “What” is being bought, “Who” is buying and “How” is it being bought (see Figure 2).

Independently from its area of application, an enterprise application can generally be assessed by its **price**, **risk**, **specificity** and **complexity** (cf. [15]). The higher each of these dimensions the more consulting is required during the buying process. The risk related to an enterprise application is mainly determined by the risk of a false investment, that is, with regards to functional and non-functional requirements. The degree of specificity describes the fit of a solution to the customer’s individual situation and the complexity is highly correlated to the breadth and depth of functionality and customization possibilities.

Further, the customer within a certain buying situation is characterized by the final **user**, the **buying authority** and the customer’s **level of expertise** within the application’s domain. The user is defined by the reach of the application and can be classified as single users, departments and users across the corporation (cf. [36]). The buying authority determines who makes the final buying decision and who approves the budget for a desired application. For enterprise software, we differentiate between individuals, local and corporate buying centers (cf. [25]), whereas individuals rarely make buying decisions on their own for enterprise software, this still gains relevance since concepts like corporate credit cards are increasingly used up to a certain budget. Generally, the more people are involved in a buying center, the higher the transaction

---

<sup>2</sup> The data was captured automatically by a software framework on a weekly basis. All analyses for the Apps Marketplace refer to the marketplace specific listing category “Products”. This approach avoids (on premise) “Installable products” and “Professional Services” to be listed in the analysis which are not within the scope of AppExchange, SugarExchange or SuiteApp.com. For the same reason the analysis of the U.S. version of Pinpoint is restricted to “Online Applications”. The vertical, black lines mark the date of the first investigation conducted with the software framework. Until then, the curves are calculated by information of the first addressable record and are thereby monotonically increasing. All curves without a vertical, black line show data captured with the software framework since the first investigation conducted with the framework (cf.[7]).

cost and the need for consultancy. The level of expertise of a customer relates to his experience and knowledge about the domain of the desired application and expertise in IT and enterprise software in general (e.g., affinity for technology, in-house IT skills; cf. [24]).

How the buying process can be conducted is influenced by the **buying class**, the **ability to evaluate** the application, the **implementation type** required and the technological **deployment**. The dimension buying class determines which and how many parameters have to be considered in a buying situation (cf. [30]). Whereas for a straight re-buy (e.g., additional user licenses) only very limited parameters are decision relevant, for a modified re-buy (e.g., functional enhancements) and an initial purchase (e.g., new application) a large set of decision determinants have to be taken into account. Software can be classified as experience good (cf. [23]). Nonetheless, the ability to evaluate an application to reach the required level of confidence for the customer within the buying process can be grouped into “specification”, “experience” and “trust” (cf. [22]). “Specification” would apply only for focused applications and use cases and “trust” would refer to applications that might be so complex that an evaluation can only be conducted indirectly. Further, the implementation type of enterprise software influences the degree of complexity of a buying situation. Whereas, for example, highly focused, SaaS-based applications can be instantly used or only require a limited set of activities after the purchase, for example, deeply integrated, complex, on-premise application monoliths require extensive implementation projects. Last, the type of deployment determines the type of infrastructure which is required to operate the application. On demand applications only require internet-enabled client hardware to consume the application and on-premise deployments need to operate additional server infrastructure (cf. [37]). On device deployments get increasingly popular within enterprises and stand in the middle between on demand and on premise with regards to required infrastructure (e.g., additional software is required for mobile device management).

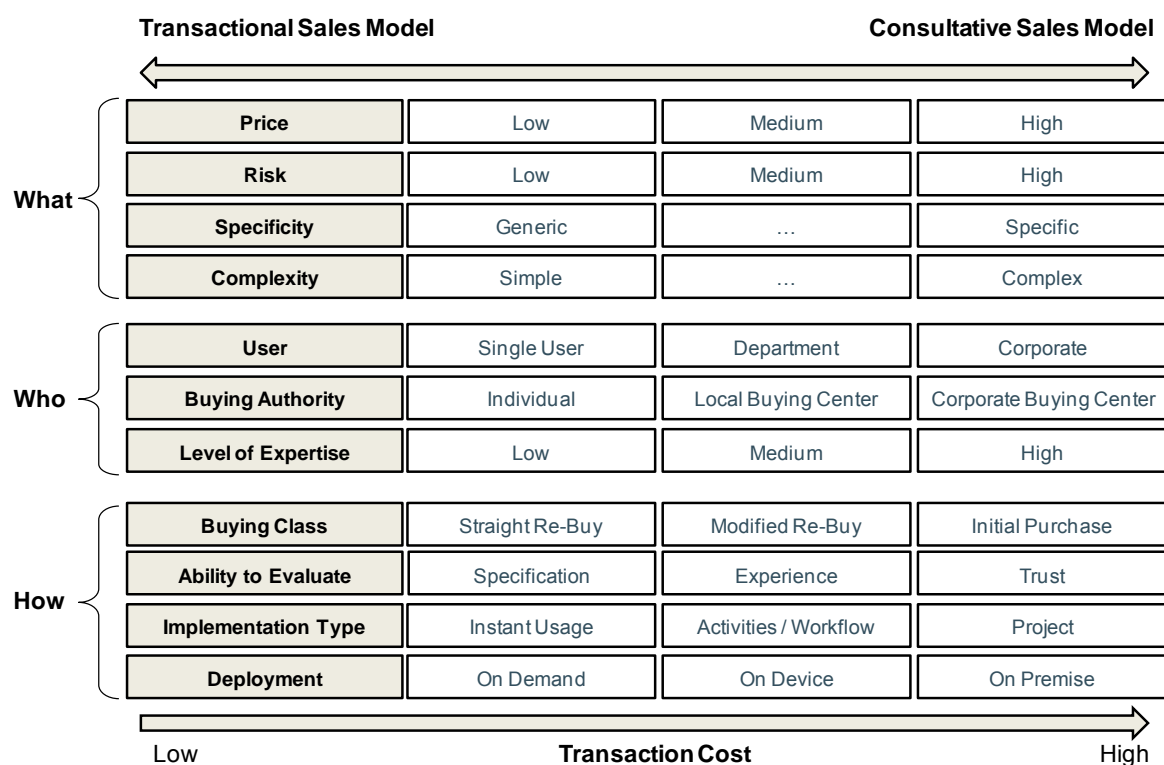


Figure 2: Classification of Sales / Buying Situations for Enterprise Software

For the software vendor to succeed, the sales approach in turn has to fit the buying situation the customer is facing. We differ between two basic models: the transactional and the consultative sales approach (cf. [29]). Whereas the transactional sales approach focuses on the efficiency of the sales process and the reduction of barriers for the purchase of specific products or solutions, the consultative sales/buying approach first addresses the vague needs of customers and “consults” the customer’s organization throughout the buying process of complex solutions.

Traditionally, enterprise software is more suited for the consultative sales approach due to the high complexity of the buying situation (cf. section 1.1), whereas today’s electronic marketplaces are tailored for transactional sales models due to its’ in-personal and standardized interaction patterns. To overcome this contradiction and enable the e-commerce sales channel for enterprise software there are three levers to be considered:

- Reduction of the complexity of the customer’s buying situation
- New e-commerce technologies for consultative sales patterns
- Integration of electronic marketplaces into multi-channel sales systems

The **buying situation’s complexity is reduced** mainly due to the trends in enterprise software described in section 1.2. Due to the dis-aggregation of enterprise software solutions the overall complexity, the price and related risk are reduced. Moreover, these highly focused solutions mainly address single departments down to individual users and will be delivered “on demand” via the cloud model (no infrastructure requirements and simple implementations). The corporate adoption consequently changes from single “Big Bang” implementations to small and recurring enhancements without major business disruptions. The investment risk is further reduced by new charging models, for example, pay per use or pay per term versus classical perpetual license models which involve high upfront cost. Some solutions can be obtained even by corporate credit cards or departmental cost centers without charging central IT budgets.

E-commerce technology	Addressing dimension of the buying situation
Provide trials or demo systems	Ability to evaluate
Support the evaluation of the application’s functionality by wizards or intuitive configurators	Ability to evaluate, level of experience
Enable group evaluation and decisions	User, buying authority
Check compatibility of desired application with existing software landscape	Risk (to purchase incompatible solutions), complexity (of identifying relevant prerequisites)
Support corporate procurement processes and recognize different corporate roles	Buying authority
Include implementation plan and services	Implementation type (particular for “projects), deployment
Include software life cycle management for updates, monitoring and distribution	Deployment (particular for on-premise and on device solutions)
Support request for quotations alongside direct purchase capability	Price, risk, buying class (particular for initial purchase)

**Table 2: E-Commerce Technologies for Consultative Sales Patterns**

Today’s e-commerce platforms are dominated by patterns of consumer platforms like Amazon.com, Ebay.com or Apple’s App store. They reflect a simple transactional model including a catalog, detailed product descriptions and a shopping cart or checkout process.

However, to address obstacles in the customer's buying situation for enterprise software new e-commerce technologies are required to enable electronic marketplaces for a consultative sales model within areas shown in Table 2 (cf. Figure 2).

Although the general complexity of enterprise software will be reduced by the described trends and new technologies can overcome certain barriers of current e-commerce platforms there will still be buying situations where the desired enterprise application is highly complex or the customer's level of education is very low. In these cases, electronic marketplaces will not be sufficient to address the customer's needs and it is required to **integrate the marketplace into a multi-channel sales system** including personal sales channels (i.e. local sales agents, tele sales) as "trusted advisor" for the customer's buying center.

The buying process can be clustered into several phases: problem recognition, establishment of specifications, information search, evaluation and purchase (cf. [35]) which may be enhanced by after sales activities. Typically the customer does not require personal sales support throughout the entire buying process. This is increasingly required in the purchasing phase or evaluation phase (cf. [17]). By combining the online channel with personal sales channel, for example, via "channel hopping" (cf. [2]), they can cross-fertilize and the advantages of both channel types can be utilized (cf. [33] and [4]). A typical application of this concept is when the initial phases of the buying process are being supported by the electronic marketplace and, for example, by requesting a quote the customer completes the online process, and the subsequent phases are conducted together with a personal sales agent.

This leads to the conclusion that electronic marketplaces can best be utilized for enterprise software if they combine the following roles of application:

- 1) Primary sales channel for buying situations predominantly characterized for transactional sales,
- 2) Complementary sales channel as an equal alternative to personal sales channels,
- 3) Supporting sales channel, tightly integrated with personal sales channels via defined "entry and exit points".

### 3 Case Study: SAP Commercial Platform

The SAP Commercial Platform is the platform for all SAP e-commerce activities, from marketing and demand generation to volume sales and instant software delivery to support transactional but also consultative sales processes (see chapter 2). Moreover, the SAP Commercial Platform defines a new **End-to-End infrastructure** for partners and customers: Partners will be able to **develop, publish, sell** and **deploy** their solutions to a global market with four tightly integrated building blocks (cf. [14]):

The **Buying Center** (see Figure 3) is a toolset to support more complex buying situations and enables online consultative sales process. It includes a high-level scoping environment (similar to a "car configurator") to select desired functionalities and extensions. The project planner proposes fixed-price services for the implementation based on the customer's industry, size and selected scope. The price calculator instantly renders a investment proposal and the customer can request a quotation at SAP.

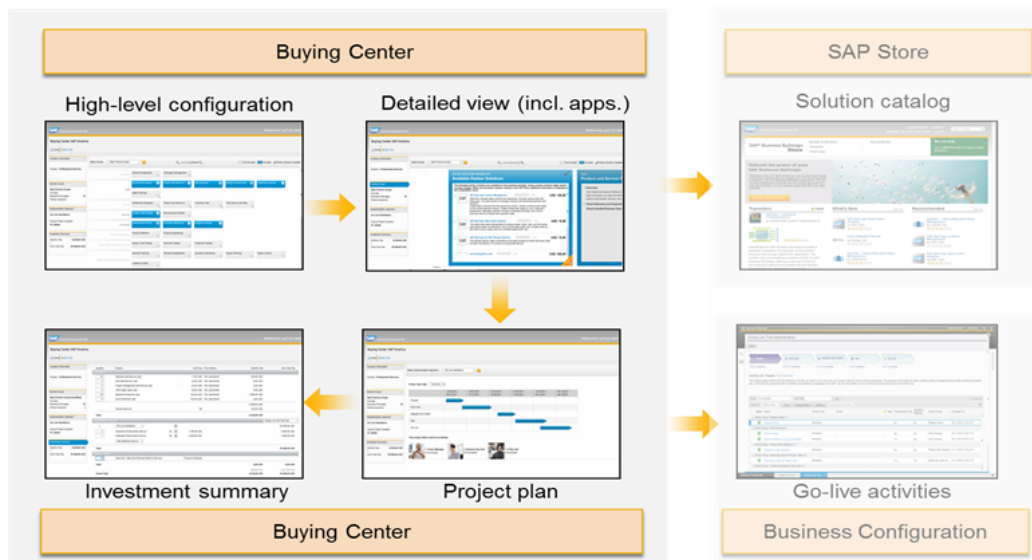


Figure 3: SAP Buying Center

The **SAP Store** serves as an example how to sell enterprise applications suitable for transactional sales process. It (see Figure 4) consists of a solution catalog (“see”) incl. faceted search, multimedia content, rating and personalized recommendations. Published solutions can be evaluated via a test drive (“Try”) and the integrated online compatibility check verifies that the desired application is compatible to the configuration of the underlying core solution or other installed applications of the customer. The selected solutions can be purchased instantly via the online ordering and e-contracting capabilities (“Buy”).

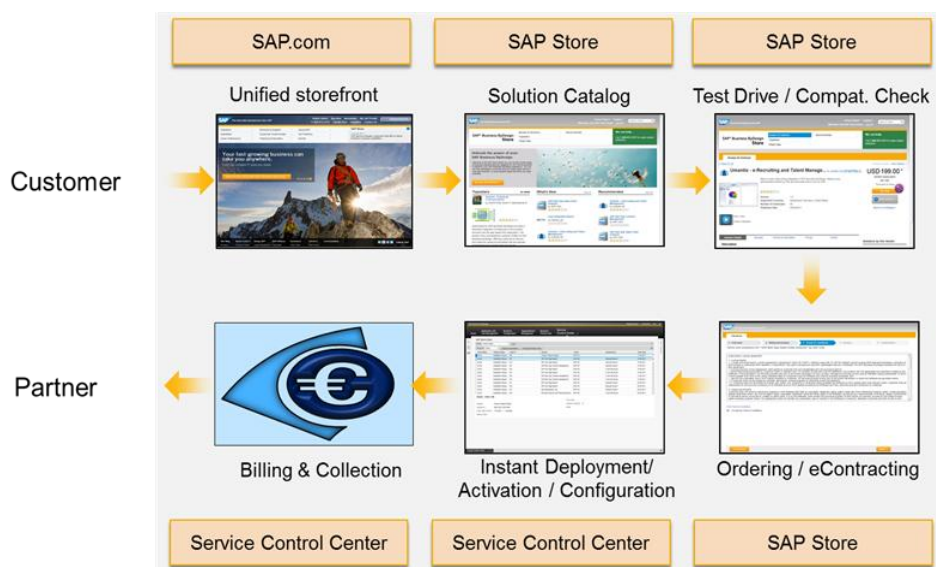


Figure 4: SAP Store

The **Service Control Center** (see Figure 4) triggers the instant delivery of the purchased functionality (“Deploy”) and includes the store order management (i.e., monitor status, cancellation). Moreover, the customer can define SAP Store Buyers via the integrated user management. Furthermore, integrated reporting functionality enables the customer to constantly monitor the license usage and compliance of service level agreements (SLA) of purchased applications.

The SAP Store Commercial Platform is tightly integrated with the SAP ERP system to process customer payments (e.g. credit card payments and invoicing) and the revenue share with solution partners.

## 4 Business benefits

The example of the SAP Commercial Platform provides key benefits for **customers and their end-users** as:

- Seamless E2E shopping and instant deployment experience for customers from search, ordering, instant deployment, (fine-tuning), payment, usage.
- Prospects easily find and evaluate right solution (incl. partner solutions) in terms of features, pricing, delivery. The built-in compatibility check assures that the selected solution is technically compatible to the specific scope of the customer.
- Customers benefit from the unified e-commerce experience for all solutions with one storefront, one overall search and recommendation function, one shopping basket, one invoice and one customer center for contract overview or activation monitoring.

**Partners** take advantage from the SAP Commercial Platform as their low-cost sales and deployment platform:

- Seamless end-to-end experience from becoming a partner, getting the right development toolset, quality review / certification, publishing, selling, apps lifecycle management, continuous improvement based on usage reports to cross- and up-selling.
- Partners can expand their reach to a much broader customer space and can create new business in an efficient way.

Partners get their “branded” e-commerce infrastructure, where partner can also maintain their own offering. Partners benefit from the software platform provider's shared service infrastructure and services (e.g. billing & collection).

The impact for the **software (platform) company** is threefold:

- Reduction of especially sales costs given the high level of automation provided via this IT infrastructure.
- Establishing of a fourth channel (beside account executive, partner channel, tele-sales). Once the business user is used to this eChannel, the portfolio can be expanded to further categories (e.g. services, content) similar as Amazon has successfully performed it.
- Leverage with other channels in a synergetic multi-channel approach that has been successfully implemented already in more mature industries (e.g., clicks & mortar retailers). When the right incentives are given and hand-shakes are defined, the channels reinforce each other to an overall growth momentum.



## 5 Summary and outlook

In this article, the traditional sales and buying model of enterprise software with focus on the so-called buying and selling center was derived from the respective literature. Contrary to this objective and formalized buying process, the current trends of software distribution via electronic marketplaces in the B2C environment were exemplified. Furthermore, it was shown that software distribution via electronic marketplaces is also an emergent topic in the enterprise sector. Due to missing literature on enterprise software distribution via electronic marketplaces a classification of buying situations for enterprise software was deduced and the role of electronic marketplaces was elaborated with focus on e-commerce technologies addressing different dimensions of the buying process. Moreover, the integration of electronic marketplaces into a multi-channel sales system was discussed.

Whereas this article may be understood as an initial step to examine enterprise software distribution via electronic marketplaces in the field of enterprise software, further questions dealing with this topic exist. Due to the emerging trend of software distribution via electronic marketplaces which is enforced by new software paradigms like SaaS or PaaS one may conduct longitudinal studies investigating the changing buying behavior regarding enterprise software over time. Regarding the complexity of software solutions one interesting research field also may be the placement of electronic marketplaces in the multi-channel sales system and its changing role over time.

## 6 Acknowledgment

This research was financed by SAP AG, SAP Research Darmstadt.

## 7 Literature

- [1] Aberdeen Group (2006): The Total Cost of ERP Ownership.
- [2] Ahlert, D; Blut, M; Michaelis, M (2007): Erfolgsfaktoren des Multi-Channel-Marketings. In: Wirtz, B. W. (Ed.), *Handbuch Multi-Channel-Marketing*. Gabler, Wiesbaden.
- [3] Apple (2010): FORM 10-K (Annual Report). <http://investor.apple.com/common/download/sec.cfm?companyid=AAPL&fid=1193125-10-238044&cik=320193>. Checked on September 19, 2011.
- [4] Armbruster-Reif, K (2003): Multi-Channel Commerce: Hybridstrategien und Controlling. In: *Proceedings of Wirtschaftsinformatik 2003*.
- [5] Berbner, R; Bechtold, J (2010). Innovationsmanagement als elementarer Bestandteil des IT-Managements. In: Keuper, F; Schomann, M; Zimmermann, K (Ed.), *Innovatives IT-Management*. 2. Edition. Gabler, Wiesbaden.
- [6] Bontis, N; Chung, H (2000): The evolution of software pricing. In: *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy* 10(3):246-255.
- [7] Burkard, C; Draisbach, T; Widjaja, T; Buxmann, P (2011): Software Ecosystems: Vendor-Sided Characteristics of Online Marketplaces. In: *Proceedings of INFORMATIK 2011 (Lecture Notes in Informatics)*.
- [8] Buxmann, P; Lehmann, S; Hess, T (2008): Software as a Service. In: *Wirtschaftsinformatik* 50(6):500-503.
- [9] Cusumano, MA (2004): The business of software. Free Press, New York.
- [10] Comscore (2011): Amazon Sites Visited by 1 in 5 Global Internet Users in June. [http://www.comscore.com/Press\\_Events/Press\\_Releases/2011/8/Amazon\\_Sites\\_Visited\\_by\\_1\\_in\\_5\\_Global\\_Internet\\_Users\\_in\\_June](http://www.comscore.com/Press_Events/Press_Releases/2011/8/Amazon_Sites_Visited_by_1_in_5_Global_Internet_Users_in_June). Checked on September 14, 2011.
- [11] Distimo (2011). Insights into Apple's app ecosystem. Checked on September 17, 2011.
- [12] Economides, N; Katsamakas, E (2006): Two-sided competition of proprietary vs. open source technology platforms and the implications for the software industry. In: *Management Science* 52(7):1057-1071.
- [13] Enquist, H; Juell-Skielse, G (2010): Value Propositions in Service Oriented Business Models for ERP. In: Abramowicz, W; Tolksdorf, R (Ed.), *Business Information Systems: 13th International Conference*. Springer Berlin Heidelberg.
- [14] Faisst, W (2011): Die nächste Generation der Unternehmens-Software am Beispiel von SAP Business ByDesign. In: *Wirtschaftsinformatik & Management*, 04.2011.
- [15] Foscht, T; Swoboda, B (2007): Käuferverhalten. 3. Edition. Gabler, Wiesbaden.
- [16] Godefroid P (2002): Änderungen des Käuferverhaltens in B2B-Märkten. In: Manschwetus, U; Rumler, A (Ed.), *Strategisches Internetmarketing*. Gabler, Wiesbaden.
- [17] IFOM (2009): IFOM-Online-Klima. [http://www.i-fom.de/fileadmin/Medienpool/PDF/Highlights\\_IFOM-Online-Klima.pdf](http://www.i-fom.de/fileadmin/Medienpool/PDF/Highlights_IFOM-Online-Klima.pdf). Checked on September 16, 2011.
- [18] Klaus, H; Rosemann, M; Gable, GG (2000): What is ERP? In: *Information Systems Frontiers* 2(2):141-162.

- [19] Kleinaltenkamp, M; Saab, S (2009): Technischer Vertrieb. Springer, Heidelberg.
- [20] Konradin Mediengruppe (2011): Einsatz von ERP-Lösungen in der Industrie.
- [21] Liao, X; Li, Y; Lu, B (2007): A model for selecting an erp system based on linguistic information processing. In: Information Systems 32(7):1005-1017.
- [22] Meffert, H; Burmann, C; Kirchgeorg, M (2008): Grundlagen des Marketing. 10. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [23] Nelson, P (1970): Information and Consumer Behavior. In: Journal of Political Economy 78(2):311–329.
- [24] Nordman, C (2004): Understanding Customer Loyalty and Disloyalty. Swedish School of Economics and Business Administration, Helsinki.
- [25] Patton, WE; Puto, CP; King, RH (1986): Which buying decisions are made by individuals and not by groups? In: Industrial Marketing Management 15(2):129-138.
- [26] Picot, A (1982): Transaktionskostenansatz in der Organisationstheorie: Stand der Diskussion und Aussagewert. In: Die Betriebswirtschaft 42(2):267-284.
- [27] Puri, SJ (1992): Industrial Vendors' Selling Center: Implications for Sales Management. In: Journal of business & Industrial marketing 7(3):59-69.
- [28] PWC (2008): Why isn't IT spending creating more value? [http://www.pwc.com/en\\_US/us/increasing-it-effectiveness/assets/it\\_spending\\_creating\\_value.pdf](http://www.pwc.com/en_US/us/increasing-it-effectiveness/assets/it_spending_creating_value.pdf), Checked on September 16, 2011.
- [29] Rackham, N; DeVincentis, J (1999): Rethinking the Sales Force: Refining Selling to Create and Capture Customer Value. McGraw-Hill, New York.
- [30] Robinson, PJ, Faris, CW, and Wind, Y (1967): Industrial Buying and Creative Marketing. Allyn & Bacon, Boston.
- [31] SAP (2009): Project Osiris: Understanding LE SaaS Customer Lifecycle. SAP internal study, Walldorf.
- [32] Spiller, PT; Zelner, BA (1997): Product Complementarities, Capabilities and Governance: A Dynamic Transaction Cost Perspective. In: Industrial and Corporate Change 6(3):561-594.
- [33] Steinfield, C (2002): Understanding click and mortar e-commerce approaches: A conceptual framework and research agenda. In: Journal of Interactive Advertising 2(2): 1-10.
- [34] Webster Jr, FE (1965): Modeling the Industrial Buying Process. In: Journal of Marketing Research 2(4):370-376.
- [35] Webster Jr, FE; Wind, Y (1972): Organizational buying behavior. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- [36] Weill, P; Ross, J (2004): IT governance. Harvard Business School Press, Boston.
- [37] Zhang, Q; Cheng, L; Boutaba, R (2010): Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. In: Journal of Internet Services and Applications 1(1):7-18.



# **A Case for Cooperative Cloud Intermediaries for Small and Medium-Sized Enterprises**

**Till Haselmann**

European Research Center for Information Systems (ERCIS), University of Münster,  
Leonardo-Campus 3, 48149 Münster, Germany, E-Mail: [haselmann@ercis.uni-muenster.de](mailto:haselmann@ercis.uni-muenster.de)

**Stefanie Lipsky**

Institute for Cooperative Research (IfG), University of Münster,  
Am Stadtgraben 9, 48143 Münster, Germany, E-Mail: [stefanie.lipsky@ifg-muenster.de](mailto:stefanie.lipsky@ifg-muenster.de)

## **Abstract**

Cloud computing is a new and increasingly popular form of IT outsourcing. It implies that a cloud service provider offers very standardized abstract IT services which are accessed by a user over the Internet. While cloud services are supposed to be very beneficial for small and medium-sized enterprises, the adoption of such services has been low in this group, among other reasons because of high complexity of the cloud market and trust concerns. This paper motivates the notion of cooperative cloud intermediaries as a solution for these concerns by building on well-known concepts: transaction cost theory, agency theory, the notion of intermediaries in electronic markets and the cooperative paradigm. We derive our solution in detail and show its viability in theory.

## **1 Introduction**

Cloud computing is a new variety of IT outsourcing that has been gaining much attention over the last few years. In this paradigm, a cloud service provider (CSP) offers very standardized abstract IT services which are accessed over a network, usually the Internet. These services comprise products on different levels of abstraction, ranging from software usable by the end-user to “virtual” IT hardware. CSPs provide a seemingly unlimited supply of resources and allow users to quickly make use of more or less resources depending on the current demand while users pay only for the resources that are actually used ([2], [17], [18]).

Whilst promising manifold benefits ([1], [2], [18], [21]), the cloud paradigm also means that end-users give up most of the control over implementation and operation of the systems, a fact that proves to be a significant obstacle for many companies, especially smaller ones ([10], [24]). In consequence, cloud computing is still “terra incognita” for most small and medium-sized enterprises (SMEs). According to recent studies ([10], [24]), the majority of SMEs is not yet using cloud services and has no plans of changing this in the foreseeable future. Major reasons for the

reluctant adoption are: lack of trust<sup>1</sup> in the security of the cloud services and the CSPs, lack of control over processes in the cloud, e. g., with regard to billing, but also with regard to data protection, as well as lack of certainty about the legal compliance of the CSP and the cloud services with respect to contract design, accountability, and warranty.

Various analyses of relevant information systems (IS) literature on IT outsourcing decisions show that transaction cost theory (TCT) is a widely-used explanation approach and it was shown to have yielded quite consistent results across a multitude of research studies ([4], [9], [27], [1]). We therefore draw on this theoretical framework and combine it with the concept of intermediaries to motivate our solution. In fact, we argue that a market-level approach is required to address these issues and suggest the concept of cooperative cloud intermediaries. In essence, these intermediaries are designed for SMEs to build trust into “their own cloud” and still benefit from (most of) the cost-efficiency of the cloud-computing paradigm. Our approach incorporates elements from the research on intermediaries in electronic markets, a community cloud approach as well as cooperative structures for the organization.

## 2 Cloud Services and SMEs

According to the widely accepted definition by the US NIST [18], cloud computing is characterized by five traits: (i) resource pooling, (ii) rapid elasticity, (iii) on-demand self-service, (iv) broad network access and (v) measured service. The term is generally used to refer not only to on-demand computing (i. e., CPU time) but to all kinds of cloud services, which can be classified by their service models as Software-as-a-Service (SaaS), Platform-as-a-Service (PaaS) or Infrastructure-as-a-service (IaaS) [18].

Arguably the most important trait of the cloud paradigm is the stringent abstraction that conceals all internal details of the cloud from the end-user. This abstraction allows CSPs to provide their cloud services flexibly and in the most cost-efficient way possible. However, this abstraction also means that the end-user gives up control over most aspects of data processing and IT operations. In particular, many potential cloud users are concerned about the security and privacy of their data [24]. Due to the abstraction provided by the cloud, it is unclear where the data is physically stored, who effectively could gain access to it and what data protection regulations apply (i. e., what laws of which country are applicable).

The benefits of cloud services are well known and have been frequently discussed ([2], [1], [21], [18]) and they have been found particularly suitable for SMEs (e. g., [11]). Notwithstanding those benefits, SMEs also face the downsides of the cloud approach as insinuated above. Compared to large companies, they do not possess adequate means to address these concerns due to their small size. Specifically, legal aspects of cloud-sourcing contracts and trust concerns regarding the misuse of company data by a CSP cannot be adequately addressed by SMEs. They usually do not have enough staff to investigate new technologies, either. All things considered, cloud services are a very attractive IT outsourcing approach for SMEs, but widespread adoption is hindered by serious concerns of the SMEs ([10], [24], [11]).

---

<sup>1</sup> In this paper, trust is the expectation of a reliable partner who is motivated to abstain from opportunistic behavior ([19]). The development of mutual trust in a partnership depends on each other's integrity ([22], [3]).

### 3 A Case for Cloud Intermediaries

In this section, we motivate the concept of *cloud intermediaries* (CIs). These intermediaries are a special type of middlemen who mediate the sourcing of cloud services between users (SMEs) and CSPs. Intermediaries have been shown to be advantageous in a variety of scenarios [10]. Our argument in favor of cloud intermediaries is two-fold. Firstly, we show that CIs are favorable in light of TCT<sup>2</sup>. Secondly, we highlight the benefits of CIs as seen from an SME's perspective. In our analysis, we will focus on interactions initiated by potential cloud users, i. e., the SMEs, because this is the main direction for interactions in current cloud markets. Towards the end of this section, we highlight the limitations of the “plain CI” approach with regard to agency theory<sup>3</sup>. This shows that the concept of CIs requires further refinement, which is the topic of the subsequent Sections 4 and 5.

#### 3.1 Argumentation in Light of TCT

TCT provides a framework for deciding whether a cloud intermediary (as a form of cooperation) is adequate or whether it is more suitable to purchase cloud services on the market. The decision is guided by Williamson's principal dimensions of transactions, mainly the asset specificity (see [28]). An insourcing of cloud services, i. e., a hierarchy solution, can be neglected because SMEs generally lack know-how and scale to provide cloud services comparable to those available from third parties. Therefore, the alternatives are a cloud market solution and a hybrid solution where CIs provide possibilities for cooperation.

Asset specificity is the most important and the most distinguished dimension in TCT. For an average cloud service, the asset specificity can be determined as medium high, which is one major indicator to organize these transactions in hybrid governance structures. This can be stated because no investments in stationary facilities are required (low site specificity), because some specific hardware devices potentially need to be purchased (medium physical asset specificity), and because the human resources have to be specialists in their field of business (high human specificity). With regard to a second dimension, uncertainty, SMEs have a need for reliable partners but also for stable governance structures that can support the development of trust, which indicates that a pure market is not an adequate coordination form. Hence, a cloud intermediary is most probably advantageous as a form of cooperation.

Besides this non-formal argumentation, we now investigate, similar to the argument of Sarkar et al. [21], the situation where a potential cloud user  $u$  has to choose whether it is better to directly interact with a provider  $p$  (which causes the transaction costs  $T_1 = T_{u,p}$ ) or to engage an intermediary  $i$  that interacts with the provider on the user's behalf (which brings about the transaction costs  $T_2 = T_{u,i} + T_{i,p}$ ) in a more formalized way. Unlike Sarkar et al. [21], however, our argument starts with a look at a group of  $N_u$  users that require a “similar” cloud service.

<sup>2</sup> In brevity, transaction cost theory (TCT) conceptualizes the outsourcing decisions as a search for the most cost-efficient alternatives, taking into account factors such as the strategic value of the IS in question (expressed as its “specificity”) as well as its role in a company's processes [28].

<sup>3</sup> The theory of agency relationships is closely related to TCT. Whereas the latter considers contractual relationships more generally with an economic emphasis, agency theory studies interactions between actors who act under asymmetrical information [13].

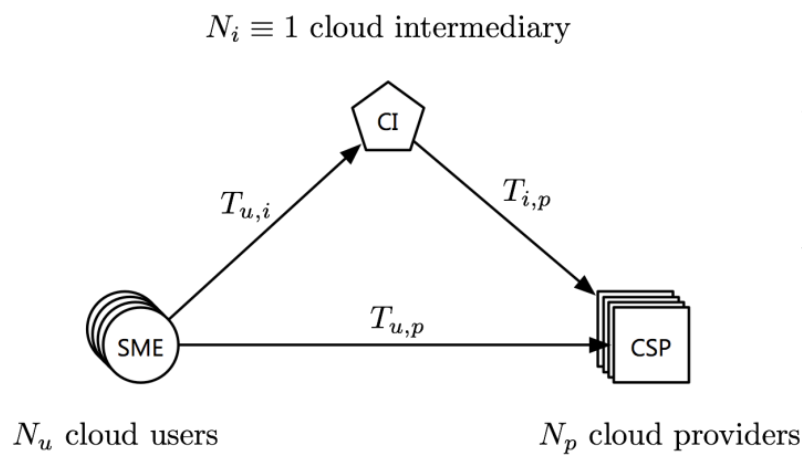
On the sellers' side, there is a group of  $N_p$  CSPs that offer suitable "similar" services. In order to find the optimal service and a CSP for their requirements, the SMEs will need to interact with each of the CSPs, e. g., to find out pricing details etc. From an economic perspective, the transaction costs for this alternative can thus be estimated as

$$T_1 = N_u \cdot N_p \cdot T'_{u,p}, \quad (1)$$

$T'$  being the *average* transaction costs. Using an intermediary incurs transaction costs of approximately

$$T_2 = N_u \cdot N_i \cdot T'_{u,i} + N_i \cdot N_p \cdot T'_{i,p}. \quad (2)$$

For our argument, we make the assumption of a single intermediary, i. e.,  $N_i \equiv 1$  (**Assumption A1**). Furthermore, we suppose  $N_u > 2$ ,  $N_p > 2$  (**Assumption A2**) because the cloud services market would arguably be too simple to justify an intermediary otherwise. This is a rather weak assumption in light of actual cloud services markets with several hundreds or even thousands of participants. The situation, showing the interaction of a group of cloud users with a group of providers either with or without an intermediary, can, therefore, be depicted as shown in Figure 1. In order for intermediaries to be beneficial, we require  $T_1 > T_2$ .



**Figure 1: TCT alternatives adopted from Sarkar et al. [21]**

The argument against intermediaries in electronic markets, also referred to as the disintermediation hypothesis (see [8]), is based on the assumption that electronic markets inherently reduce  $T'$  to a very low common level  $T^*$  (**Assumption A3**), which means that  $T_1 = T_{u,p} = T^* < T_{u,i} + T_{i,p} = 2 T^* = T_2$  for a setting with  $N_u = N_p = 1$ , thus deducing that it is advantageous to drive intermediaries out of the market (see [21]). While Sarkar et al. argue that this is an unreasonably strong assumption (e. g., one would expect that  $T_{u,i} < T_{u,p}$  and  $T_{i,p} < T_{u,p}$ , even if overall  $T_{u,p} < T_{u,i} + T_{i,p}$ ), we accept **A3** for a first analysis, hence,  $T_{u,p} = T_{u,i} = T_{i,p} = T^* > 0$ . From (1), (2) and **A1**, it then follows that

$$T_1 = N_u \cdot N_p \cdot T^* \text{ as well as } T_2 = N_u \cdot T^* + N_p \cdot T^* = (N_u + N_p) T^*, \quad (3)$$

and hence also  $T_1 > T_2$  because of **A2**, which implies  $N_u \cdot N_p > N_u + N_p$ . From an economic point of view, it is therefore beneficial to have the hybrid coordination form of a cloud intermediary, even under the strong assumption **A3**. Additional observations in the course of this section will make this result even more articulated.



### 3.2 Benefits of a Cloud Intermediary from an SME's Point of View

As a first step, outsourcing parts of the IT of an SME to the cloud requires finding the optimal cloud service and CSP. A CI would, of course, have to undertake a similarly tedious search and screening process, just like other cloud users. Nevertheless, a CI can realize considerable economies of scale because the results of the search and screening are – with only small changes – applicable for a large group of SMEs. The intermediary would then allow sharing the transaction costs for search and screening (plus a premium charge for the mediation services) between many SMEs. Similarly, the interactions between the SMEs and the intermediary benefit from economies of scale when users request a variety of services from the same CI. Instead of coordinating with a whole crowd of CSPs, SMEs can lower their transactions costs by interacting with one CI as their single point of contact. As a result, the transaction costs *for each individual SME* can be reduced by the introduction of a CI, too.

In addition, a CI can even provide ancillary benefits that outweigh parts of the transaction costs [12]. Notably, the search for information is facilitated by CIs providing reliable and processed information on eligible CSPs and services. They may, e. g., already have tested certain undocumented aspects of the service and can thus easily answer common concerns for a group of SMEs. In consequence, cloud intermediaries lower the entry barrier particularly for first-time and small-scale cloud users like SMEs.

### 3.3 Linkage Alternatives for Cloud Intermediaries

Based on the three general cases described by Klein and Teubner [14], we identify four conceivable settings for the linkage between cloud intermediary, customers and providers, differentiating linkage types 0 and III, which were originally treated as a single case [14].

- 0 Neutral cloud intermediary** – The intermediary is formed as a completely independent company without any affiliation to CSPs or cloud users and acts as an independent consultancy or a marketplace for cloud services.
- I Buy-side cloud intermediary** – The intermediary is the cloud users' agent and is, thus, biased towards the cloud users' interests. In this case, potential cloud users form a joint venture to bundle their cloud-related activities. Hence, the intermediary focuses on addressing the cloud users' problems, such as the identification of suitable services, the selection of reliable and trustworthy CSPs, as well as many other aspects concerning questions of future provider changes etc.
- II Sell-side cloud intermediary** – The intermediary is the CSPs' agent, leading to an intermediary that represents the providers' interests.
- III Joint cloud intermediary** – The intermediary is equally linked to both cloud users and providers. It is a mixed group of small partners that would like to engage in close interaction on a medium to long-term basis. They jointly form a cloud intermediary around a common goal.

It is clear that not all linkage variants are equally suitable to address the issues identified in the previous sections. Obviously, neither type 0 nor type II render the CI an agent of the cloud users, making these variants inadequate for ameliorating the identified issues. The joint cloud intermediary (type III) does act to some extent as the cloud users' agent, but is only applicable for a very limited set of scenarios. This leaves linkage type I, the buy-side intermediary. Indeed,

this variant seems to be suited well to address both trust issues of the SMEs as well as issues concerning their positions in the cloud market. Since the main focus of our research is to address the concerns of small and medium-sized cloud users, variant I is the type of intermediary that will be examined more closely in the remainder of this paper.

### 3.4 Conclusions from and Limitations of the “Plain CI” Approach

SMEs face several selection problems when they want to engage in cloud-sourcing. An intermediary can reduce up-front costs and thus facilitate the cloud use for smaller enterprises. It also offers the benefits outlined in Section 3.2, such as providing virtual size and economies of scale, skill and scope. A cloud intermediary can therefore strengthen the market position of SMEs and provide valuable services or consultancy to them. Our results are in accordance with two “premises” made by Giaglis et al. [8] who propose (i) that intermediaries are likely to emerge in situations where market or product knowledge is important or products can be bundled as well as (ii) that intermediaries can add value by simplifying information search in scenarios where buying decisions are complex. Both apply for the cloud services domain and reinforce our argument.

A widely acknowledged fact about cloud services, especially those on higher levels of abstraction (PaaS, SaaS), is the problem of vendor lock-in [6]. Due to a lack of standardized interfaces, the time and effort invested into integrating a particular cloud service into the IT landscape of an enterprise is very transaction-specific, leaving cloud users dependent on CSPs. In TCT, this phenomenon of transforming ex-ante unspecific services into ex-post specific ones is known as *fundamental transformation*. If the independent partner behaves opportunistically and cancels the transaction relationship, e. g., by discontinuing the service, the dependent partner would lose the transaction-specific quasi-rent<sup>4</sup>, which is high for specific commons and lower for generic goods. Successful cooperations, thus, require credible commitments by all parties involved. Commitments, however, easily lack credibility if the cooperation is organized by non-binding contracts only.

As a first conclusion, a cloud intermediary can indeed minimize the transaction costs on both sides by matching buyers and sellers, by eliminating asymmetrical information distribution, by boosting transparency and by creating trust. Besides, a cloud intermediary aggregates the demands of many different SMEs. However, this subsection also presented some limitations of the CI approach that need to be addressed by applicative governance structures. In Section 4, apart from purely economic aspects, we will show possible implementation variants of a CI, moving closer to the technological level and further motivating the requirement of additional governance structures. A possible solution will then be presented in Section 5.

## 4 Community Cloud Intermediaries

### 4.1 A Community Cloud Approach for Cloud Intermediaries

Broadly speaking, clouds can be distinguished by their delivery model into *private* and *public* clouds. In certain situations, it is beneficial for a defined group of organizations with a shared goal or concern to amalgamate the two models and form a so-called *community cloud*.

---

<sup>4</sup> The quasi-rent is the gap between the value of the current use of an asset and the value of its next best use. Highly specific assets have high quasi-rents because they cannot be repurposed easily [28].

Essentially, this is a “non-public” cloud for a restricted audience, offering many of the benefits of a true private cloud [18].

Members of a community cloud control all services within it. This allows for sensitive functionality to be delivered in a cloud-like manner while preserving a much higher level of confidentiality and control for the cloud users. Thus, SMEs can establish a certain baseline of trust into the cloud services. Additionally, a community cloud can provide tailored services that are not available on the market, e. g., services that address certain regional regulations, or services complementing existing services, e. g., a transparent encryption layer on top of a public storage service. A major benefit of a hybrid community cloud is, therefore, that its users can access trusted “private” services when needed and leverage cost-efficient “public” services when possible.

## 4.2 Implementation Variants for Community Cloud Intermediaries

Based on varying degrees of out- vs. insourcing, there are three different implementation variants for a community cloud intermediary. Figure 2 shows three alternatives where SMEs (small circles) form an intermediary (large circle) that possibly contracts services from third-party CSPs (small rectangles). At one end of the scale, the full-service CSP (variant A) represents a solution that completely insources all cloud activities. At the other extreme, the cloud broker (variant B) does not provide any proper services but only establishes the connections to third-party providers, thus completely outsourcing all cloud services. Between these two extremes, a hybrid cloud intermediary (variant C) combines aspects of both variants by striking a balance between sourcing external services and providing proper services. Of course, this can be done in varying degrees on the whole scale from no to full cloud-sourcing. The three types are now discussed in more detail.

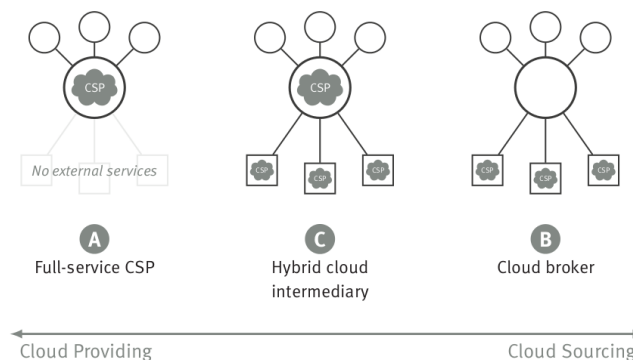


Figure 2: Implementation variants for community cloud intermediaries

### Implementation Variant A: Full-service CSP

A full-service cloud provider provides all cloud-related services and required infrastructure for the associated SMEs. It also bundles much of the know-how that the enterprises have on using and operating cloud services. In effect, this variant can be regarded as a traditional data center that has evolved into a cloud data center by extending its portfolio of services and adapting the underlying infrastructure operations. Usually, however, such a data center will not reach the dimensions that are required for realizing attractive economies of scale. Also, one main point of using “the cloud” is to eliminate the need for own infrastructure. So the full-service CSP is generally not an attractive variant for SMEs unless they already have invested considerably in a suitable infrastructure.

### Implementation Variant B: Cloud Broker

As an alternative to building one's own cloud data center, it is possible to leverage existing third-party services. To do so, a cloud intermediary can set up contracts with external CSPs in the name of the associated SMEs, thus acting as cloud broker. The cloud broker can facilitate the use of cloud services by effectively "clearing the service jungle" so that SMEs can choose suitable services more easily. This approach can be a good starting point for making a first contact with the cloud but is not expected to be a viable long-term solution that addresses the identified issues.

### Implementation Variant C: Hybrid Cloud Intermediary

Combining the merits of approaches A and B, a hybrid cloud intermediary can provide both proper (specialized, tailored) services as well as interfaces to third-party services in a public cloud. It allows SMEs to use proprietary "private" services for handling sensitive data, such as customers' credit card data. At the same time, cost-efficient services from the public cloud can be leveraged where appropriate. Other than that, it can also offer services with specialized functionality, e. g., for addressing particular industry requirements. Just like the other variants, it also does not include any mechanism to establish trust between the SMEs that form the intermediary. In conclusion, this variant C allows SMEs to strike a balance between cloud-sourcing of cost-efficient services and in-sourcing of mission-critical services. It can provide several benefits but still lacks the ability to establish trust between participating SMEs. Nonetheless, it is the best out of the three alternatives discussed. For this reason we will build on this variant when we add cooperative governance structures to address the trust issue in the next section.

## 5 Cooperative Structures for Cloud Intermediaries

The external interdependency between an SME and its CSPs in a market solution leads to two major problems (cf. Section 3.4). Firstly, there is the problem of agents' (i. e., CSPs') opportunistic behaviors trying to exploit the less-informed and dependent principals (SMEs). Secondly, related to the opportunism problem, there is still a lack of trust in the CI.

We suggest a solution based on cooperative paradigm<sup>5</sup>, thus forming *cooperative cloud intermediaries (CCIs)*. Building on the results from the previous sections, such CCIs extend the hybrid cloud intermediary notion by adding cooperative governance structures. Hence, the hybrid cloud intermediary is formed as a cooperative by a group of cloud users (SMEs) that have shared goals with regard to their cloud activities but do not necessarily come from the same industry or may even be competitors. The cooperative instruments are then an effective means of handling opportunistic behavior and, thus, creating trust.

The first effect of launching a cooperative is that the external interdependency between an SME and a CSP is replaced by an internal interdependency between the cooperative members. This internalization has to be advantageous for each CCI member to minimize the opportunistic behavior between the SMEs. Instead of contracting with an unknown external transaction partner, the SMEs help themselves by forming their own "meta-CSP" as a cooperative joint

<sup>5</sup> A cooperative is a business organization owned and operated by a group of individuals (or companies) with a common goal and for their mutual benefit.

venture. They now contract with the CCI, a partner they are involved in and that is democratically managed by the “one-man-one-vote”-principle<sup>6</sup> balancing all members’ interests. This effectively favors smaller enterprises, which are usually not in a position to negotiate with a global CSP due to size mismatch (cf. [8]). A cloud user being also co-owner of a CCI, it has full control and trust in the CCI’s cloud services. The cooperative self-government prevents external interests from influencing the CCI. On a side-note, the CCI members are not required to purchase their cloud services through the CCI. In fact, the set-up is flexible to allow some member’s particular requirements that are out of the scope of the CCI to be fulfilled externally. In general, however, we expect the CCI members to channel their cloud activities through the intermediary because of the described advantages.

The so-called cooperative mutualism is operationalized by the MemberValue, which is the total value of the members’ entrepreneurship and consists of three facets [23]. The direct MemberValue represents the value of having access to the CCI’s services, including both technical cloud services and non-technical services, such as consultancy. The indirect MemberValue stems from efficient value creation and payment flows (dividends) to the members. Finally, the sustainable MemberValue consolidates all values from investments to guarantee continuation and expansion of the CCI, e. g., investments for developing new and innovative services for the community cloud and its members.

A CCI also creates virtual economies of scale. Inside a cooperative, the risk of selecting a wrong partner (adverse selection) is shared by all members, as are search costs for new members, services or optimal solutions. In addition, the CCI subsumes all members under a single entity, pooling their demands and, thus, enhancing bargaining power. Still, all members keep their identity and all SMEs remain self-dependent (co-called cooperative individualism). Although stability is generally ensured by cooperative statutory regulations, the barrier to enter or exit a cooperative for a single member is rather low. Lock-in costs are relatively small because members are entitled to a refunding of their deposit. However, it is problematic if a large part of the members exits simultaneously because that can easily overstrain the capacity of the CCI. In that case, the upkeep of proper operations might not be feasible.

Lastly, a secure legal framework is extremely important for the dissemination of cloud services among the SMEs. With the establishment of a CCI, this can partly be guaranteed, particularly regarding critical aspects like privacy protection laws. It is also vital that members retain full access to their data and have the possibility to “withdraw” their data from the cloud whenever they want to.

## 6 Limitations of the Current Approach

Combining various economic approaches and theories we have demonstrated a solution for SMEs getting involved in cloud computing that can lower trust concerns. Our solution is advantageous under the assumptions mentioned. However, there are also some limitations to our approach.

---

<sup>6</sup> This is an important particularity of a cooperative where each member has exactly one vote, regardless of, e. g., financial size or any other measure of “importance”.

Cooperative structures are designed and profitable for a long-term perspective. They are, therefore, suitable neither for SMEs that want to engage in a single cloud project or very short-term cloud usage nor for SMEs that want to retain utmost flexibility with regard to their operations. From our research groups' experiences, however, most SMEs are looking for medium to long-term relationships with their business partners. In our analysis, we have focused on comparing costs for two scenarios: a setting with an established intermediary and a setting without one. This ignores costs associated with the setup and launch of an intermediary, in particular also the costs of forming a cooperative. The launch of a CCI occasions, e. g., costs for searching founding members, marketing costs for finding more potential members later on, costs for setting up a shared infrastructure etc. Our analysis is valid, nevertheless, because the setup cost is negligible in long-term considerations. Also, it represents the situation where an SME decides on whether to join an already existing intermediary organization. We expect this to be the more frequent case once first CCIs are established.

Finally, we have to highlight that cooperatives are a country-specific construct. Thus, it may not be feasible to adapt it for a particular country. However, our solution can be considered as a reference model that suits European legislature as well as cooperatives in the USA. Therefore, a very large part of cloud users are able to benefit from a CCI in principle. Some country-specific particularities will have to be respected, of course, and the cooperative governance structures have to be modeled adequately.

## 7 Related Work

The concept of intermediaries – also known as “middlemen”, “brokers” or “mediators” – is not new. In the context of grid computing, for instance, “resource brokers” are suggested to help grid users satisfy their exact resource needs across various providers using a homogeneous interface [5]. Those brokers, however, are mainly conceived as software artifacts. Similarly, in data integration the term “mediator” is used to denote a software artifact that helps integrate and harmonize data from various sources [26]. All aforementioned intermediaries are almost purely technological.

In the context of cloud computing, Gartner, Inc. has been researching the notion of “cloud service brokerages” since 2009.<sup>7</sup> Whilst their primary focus is also rather technological (seeing brokers as integration platforms), they also make some remarks about organizational aspects of cloud service brokerages. Applying the general traits of the intermediary notion to the cloud market, they see three main areas for cloud brokers: cloud service intermediation (extending existing services), aggregation (providing services across several CSPs), cloud service arbitrage (allowing easier switch to the best-fitting cloud) [16]. A first viable implementation of these cloud brokers is provided by CloudSwitch<sup>8</sup>. While the technological side of this research closely resembles our suggestions regarding a community cloud for a CCI, our focus lies on the market participants and the role of intermediary organizations rather than technological artifacts. To our knowledge, our research is the first on this particular question in the cloud context.

<sup>7</sup> <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1064712>

<sup>8</sup> <http://www.cloudswitch.com>

## 8 Conclusion and Future Work

One major reason for many SMEs not to use cloud services is the lack of trust. On the one hand, this concerns data protection and data security issues. On the other hand, this concerns uncertainties regarding the legal situation surrounding cloud computing. We elaborated on the particular situation of SMEs and motivated the need for adequate governance structures. To address this, we have introduced an intermediary that helps find the right matches for buyers and sellers as well as create trust by reducing uncertainty and providing several additional benefits. We have shown that such an intermediary can minimize transaction costs between SMEs and CSPs. Addressing remaining trust concerns, we have motivated the introduction of a *cooperative cloud intermediary* that is organized as a cooperative community cloud and that can mitigate the lack of trust, control and certainty about legal issues as well as strengthen regional economic structures vis-à-vis global players. While the general notion of a cooperative has been around for decades, to our knowledge the specific application of the concept to the domain of cloud computing has not been investigated before.

For the described approaches are still work in progress, they lack empirical confirmation. This is one of the major steps for our future work. In addition, we will have to identify the optimal size of a CCI that allows the cooperative to function in the most efficient way possible. Obviously, both having too few members in the CCI and having too many members is disadvantageous (because of lack of scale and too much coordination effort, respectively). Furthermore, the startup process of the CCI has to be explored in more detail, e. g., with regard to setup costs and optimal procedures.

## 9 References

- [1] Altaf, F; Schuff, D. (2010): Taking a flexible approach to ASPs. *Communications of the ACM* 53:139-143.
- [2] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, A. D; Katz, R; Konwinski, A; Lee, G; Patterson, D; Rabkin, A; Stoica, I; Zaharia, M. (2010): A view of cloud computing, *Communications of the ACM* 53:50-58.
- [3] Aulakh, P. S.; Kotabe, M.; Sahay, A. (1996): Trust and Performance in cross-border marketing partnerships: a behavioural approach, *Journal of International Business Studies* 27.
- [4] Benlian, A; Hess, T; Buxmann, P. (2009): Drivers of SaaS-Adoption – An Empirical Study of Different Application Types, *Business Information Systems Engineering* 1 (5):357-369.
- [5] Broberg, J; Venugopal, S; Buyya, R. (2008): Market-oriented Grids and Utility Computing: The State-of-the-art and Future Directions, *Journal of Grid Computing* 6 (3), pp. 255-276.
- [6] Brynjolfsson, E; Hofmann, P; Jordan, J. (2010): Cloud computing and electricity: beyond the utility model, *Communications of the ACM* 53 (5), pp. 32-34.
- [7] Dibbern, J. (2004): The Sourcing of Application Software Services: Empirical Evidence of Cultural, Industry and Functional Differences, Heidelberg.
- [8] Giaglis, G; Klein, S; O’Keefe, R. (2002): The role of intermediaries in electronic marketplaces: developing a contingency model, *Information Systems Journal* 12:231-246.

- [9] Gonzalez, R; Gasco, J; Llopis, J. (2006): Information systems outsourcing: a literature analysis, *Information & Management* 43(7):821-834.
- [10] Haselmann, T; Röpke, C; Vossen, G. (2011): Empirical assessment of the software-as-a-service adoption in small and medium-sized enterprises (in German), Working Papers of the Department of Information Systems, No. 131, Münster.
- [11] Haselmann, T; Vossen, G. (2010): Database-as-a-Service for Small and Medium-Sized Enterprises (in German), Working Paper No. 3, Institute for Applied Informatics, University of Münster.
- [12] Howells, J. (2006): Intermediation and the role of intermediaries in innovation, *Research Policy* 25: 715-728.
- [13] Jensen, M. C; Meckling, W. H. (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure, *Journal of Financial Economics* 3:305-360.
- [14] Klein, S; Teubner, R. A. (2000): Web-based Procurement – New Roles for Intermediaries, *Information Systems Frontiers* 2(1):19-30.
- [15] Lang, J; Weidmüller, L. (2006): *Genossenschaftsgesetz*, 35<sup>th</sup> edn., Berlin.
- [16] Lheureux, B; Plummer, D; Cearley, D. (2010): Cloud Services Brokerage, in Gartner, Inc.: Hype Cycle for Cloud Computing, 2010, Research Note G00201557, pp. 10-11.
- [17] Mather, T; Kumaraswamy, S; Latif, S. (2009): *Cloud Security and Privacy*, O'Reilly.
- [18] Mell, P; Grance, T. (2009): The NIST Definition of Cloud Computing V15.  
<http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>.
- [19] Ripperger, T. (2003): *Economics of trust* (in German), 2<sup>nd</sup> edn., Tübingen.
- [20] Rittinghouse, J; Ransome, J. F. (2009): *Cloud Computing: Implementation, Management, and Security*, CRC Press Inc.
- [21] Sarkar, M. B.; Butler, B; Steinfield, C. (1995): Intermediaries and Cybermediaries: A Continuing Role for Mediating Players in the Electronic Marketplace, *Journal of Computer Mediated Communication* 1(3).
- [22] Sarkar, M. B.; Echambadi, R.; Cavusgil, S. T.; Auklakh, P. S. (2001): The Influence of Complementarity, Compatibility, and Relationship Capital on Alliance Performance, *Journal of the Academy of Marketing Science* 29.
- [23] Theurl, T. (2005): Cooperative Membership and MemberValue (in German), *Zeitschrift für das gesamte Genossenschaftswesen (zfgG)* 55:136-145.
- [24] Vehlow, M; Golkowsky, C. (2011): Cloud Computing in mid-tier businesses – experiences, benefits and challenges (in German), PriceWaterhouseCoopers, Frankfurt a. M.
- [25] Velte, T; Velte, A; Elsenpeter, R. C. (2009): *Cloud Computing: A Practical Approach*, McGraw-Hill Professional.
- [26] Wiederhold, G. (1992): Mediators in the Architecture of Future Information Systems, *IEEE Computer* 25 (3), pp. 38-49.
- [27] Wiener, M. (2006): Critical Success Factors of Offshore Software Development Projects: The Perspective of German-Speaking Companies, Wiesbaden.
- [28] Williamson, O. E. (1985): *The Economic Institutions of Capitalism. Firms, Markets, Relational Contracting*, New York.



# **Felsen, Steine oder Sand – Messung des optimalen Granularitätsgrades von Software-Services**

**Moritz Christian Weber**

Goethe Universität Frankfurt, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre insb. e-Finance,  
60329 Frankfurt am Main, E-Mail: moweber@wiwi.uni-frankfurt.de

**Carola Wondrak**

Goethe Universität Frankfurt, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre insb. e-Finance,  
60329 Frankfurt am Main, E-Mail: cwondrak@wiwi.uni-frankfurt.de

## **Abstract**

Durch den geschickten Entwurf wiederverwendbarer Software können in zukünftigen Entwicklungszyklen Kosten gespart und Mehrwerte generiert werden. Welcher Detailgrad des Entwurfs dabei für die Wiederverwendbarkeit effizient ist, ist bisher nur schwer quantifizierbar. Diese Arbeit nutzt theoretisch fundierte und etablierte Methoden der Portfoliotheorie und wendet sie auf den Bereich der Softwareentwicklung an. Mittels dieser Methoden wird der Restnutzen des wiederverwendbaren Codes bewertet und die Risiken der Reimplementierung verglichen. Durch Anwendung dieser Methoden wird empirisch anhand von drei Softwareprojekten untersucht, wie sich Projektstrukturen auf das Risiko der Reimplementierung auswirken. Das Ziel hierbei ist, den bestmöglichen Granularitätsgrad für Software zu bestimmen.

## **1 Motivation**

Starre, monolithische Informationssysteme prägen den historischen Ursprung betrieblicher IT-Infrastrukturen [16]. Mit zunehmender Vernetzung werden diese unflexiblen Strukturen aufgebrochen, in Teilsysteme untergliedert und in fachspezifische Subsysteme unterteilt [9]. Die Entwicklung hin zu Client-Server- oder Mehrschichtarchitekturen dokumentiert das Bestreben, Geschäftsanwendungen stärker zu modularisieren [16]. Ändern sich betriebliche Anforderungen an das Informationssystem, wird es häufig nicht vollständig ersetzt, sondern lediglich den neuen Gegebenheiten angepasst. Dabei werden Bausteine entfernt, die auf Grund sich wandelnder Anforderungen keinen oder nur geringen Nutzen stiften, und durch neue, adäquate Softwarebausteine ersetzt. Gerade bei prozesskritischen Informationssystemen ist ein vollständiger Austausch einer unternehmensdurchdringenden Anwendung oftmals organisatorisch schwer durchführbar und mit hohen Risiken verbunden.

Ein Paradigma, das diese technischen, wie betriebswirtschaftlichen, Herausforderungen ganzheitlich aufgreift, ist die serviceorientierte Architektur (SOA) [4], die sich zunehmend in Konzepten wie Software-as-a-Service und Cloud-Computing diversifiziert und bereits im betrieblichen Umfeld als Lösung etabliert. „Services sind dabei klar gekapselte und lose gekoppelte Softwarebausteine, die eine definierte Grundfunktionalität über eine standardisierte Schnittstelle bereitstellen“ ([4], S. 187). Erst die Verknüpfung verschiedener Services bildet ein modulares und verteiltes Informationssystem. Im Vergleich zu monolithischen Lösungen ist weder aus technischer, noch aus betriebswirtschaftlicher Sicht geklärt, wie granular die Modularisierung und Verteilung erfolgen soll [12]. Granularität ist im Folgenden definiert als „Anzahl von Untergliederungen eines Elements“ [8]. Bereits frühere Publikationen ([16], S.18) in diesem Bereich hinterfragen die Granularität von Serviceverbünden. Konzepte wie serviceorientierte Analyse und Design [9] prägen Best Practices und Architekturpattern, über die sich mögliche Granularitäten iterativ bestimmen lassen. Um dies empirisch quantifizieren zu können, stellen wir folgende Forschungsfragen:

- Wie granular sollten Software-Services strukturiert sein?
- Wie lässt sich die Güte der Granularität messen bzw. vergleichen?
- Wie kann ein Granularitätsoptimum gegenwärtig bestimmt werden, so dass gute Wiederverwendbarkeit und geringe Änderungsrisiken zu erwarten sind?

Im nachfolgenden Abschnitt wird eine Übersicht über bisherige Untersuchungen in diesem Bereich gegeben. Hieraus werden im dritten Abschnitt quantitative Mess- und Validierungsmethoden abgeleitet. Diese werden auf drei Projekte angewandt und die Ergebnisse im vierten Abschnitt vorgestellt. Abschließend wird die Untersuchung zusammenfassend dargestellt und ein kurzer Forschungsausblick gegeben.

## 2 Stand der Forschung

Die gegenwärtige Forschung über effiziente Granularität lässt sich in einen gestaltungsorientierten und einen finanzorientierten Bereich unterteilen. In Bezug auf Ersteren wird die gegenwärtige Forschung aus Sicht serviceorientierter Identifikation, Entwurf und Entwicklung dargestellt (Abschnitt 2.1) und mit Untersuchungen bezüglich der Quantifizierbarkeit von Softwaregranularität vertieft (Abschnitt 2.2). Bei Zweiterem wird aus betriebswirtschaftlicher Sicht auf Projektmanagement Bezug genommen (Abschnitt 2.3) und anschließend auf die Portfoliotheorie [21] sowie das Basiskonzept der Risikobewertung (Value-at-Risk) [33] spezialisiert (Abschnitt 2.4).

### 2.1 SOA Design

Bezüglich SOA Design und Entwicklung existieren sowohl wirtschaftsinformatikorientierte [16], als auch stark technikorientierte [9] Forschungsstränge. Beide Bereiche sind stark auf die Frage der Analyse, Identifikation und des Zuschnitts von Services ([35], S.1, [3], S.1) ausgerichtet. Insbesondere das Design von Schnittstellen [23], Modellierungssprachen, Design Methoden und deren technologischer Unterstützung [25] ist Kern der Untersuchungen. Somit konzentriert sich dieser Forschungsbereich anwendungsbezogen sehr auf die Untersuchung von Entwurfsmustern [3], Best Practices und Lessons Learned [2]. Ansätze zur Bestimmung oder Überprüfung des optimalen Servicezuschnitts sind oftmals deskriptiv [23] und folgen einem langwierigen, iterativen bzw. inkrementellen Ansatz ([32], S.4, [2][9]). Hierdurch kann es zu unerwünschter

Überspezifikation [22] sowie Doppelungen und Inkonsistenzen ([32], S.4) kommen. Zhang et al. verwenden Clustering-Techniken zur Service Identifikation, um architektonische Informationen zu extrahieren und zusammenhängende Module zu identifizieren ([35], S.1). Von Winkler werden Prozessaktivitäten aufgespalten und redundante Logik zu Services größerer Granularität zusammengefasst, um durch den Entwurf von Software mit ungünstiger Granularität die Gefahr von Überspezifikationen zu vermeiden [32]. So versprechen granularere Services einen höheren Grad an Wiederverwendbarkeit, was gleichzeitig auch zu engeren Kopplungen beim Datenmodell und der Komplexität der Service-Interaktionen führen kann [22]. Entwurfsprinzipien lassen sich aber nicht generell auf alle Formen von Services übertragen. Während dies bei Querschnitts-Enterprise-Services und kanalorientierten Enterprise Services effektiv funktioniert, ist eine entsprechende Umsetzung bezüglich Prozess-Enterprise-Services schwierig, da deren Granularität in der Regel kleiner geschnitten wird, als in klassischen Anwendungssystemen [27].

## 2.2 Granularitätsanalyse

Andere Ansätze versuchen, die optimale Granularität ([16], S.18) nicht nur aus Design- und Entwicklungssicht zu beurteilen, sondern auch die Güte der Granularität nutzen- bzw. wertmäßig zu quantifizieren: Erradi et al. schlägt eine Quantifizierung mittels einer 10er-Abstufung vor, die unter anderem Abhängigkeiten zwischen den Komponenten berücksichtigt. Außerdem kritisieren sie das Fehlen einer theoretisch fundierten Methode, um die korrekte Granularität für maximale Wiederverwendung zu finden. Alternative Vorgehensweisen gehen auf die selektive Identifikation von Services aus betriebswirtschaftlicher Sicht ein, indem sie Funktionen entsprechend ihres Outsourcing- und Sichtbarkeits-Potenzials bewerten [15]. Dies wird in [6] anhand der Evaluation und Simulation von internen Leistungsverrechnungen empirisch untersucht. Darüber hinaus gibt Friedl darauf aufbauend eine abstrakte Granularitätsempfehlung/-klassifikation entsprechend typischer Einflussfaktoren eines Entwicklungsprojekts [12]. Katzmarik unterstützt diese Granularitätsentscheidung durch mikroökonomische Modelle der Struktur von Software-as-a-Service-Produkten [14].

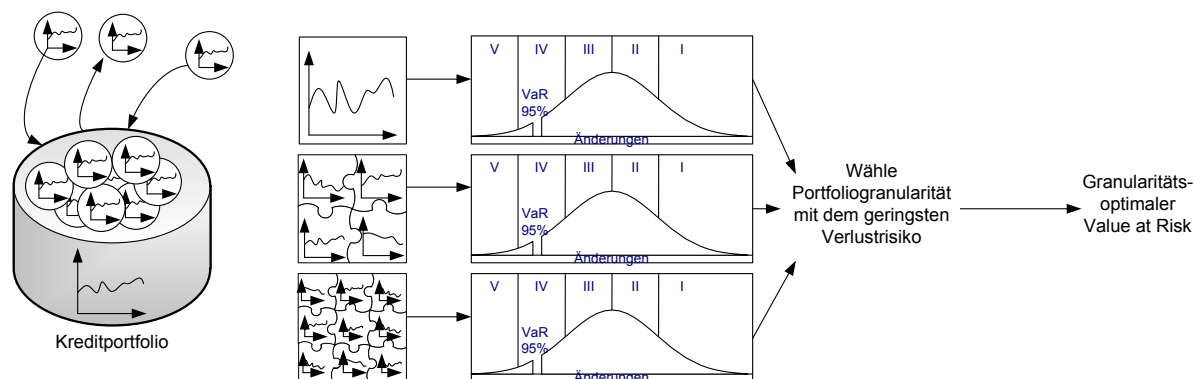
## 2.3 Projektmanagement

Durch das geschickte Management der Projekte lässt sich die Organisation der Entwicklung von Softwareportfolios verbessern. Lichter und Mandl-Striegnitz zeigen, dass die meisten Projekte ursächlich an organisatorischen Gegebenheiten und weniger an der technischen Umsetzung scheitern [19]. Zusätzlich entstehen ineffiziente Prozesse, die Planungsfehler und unerwartete Kosten verursachen. Ein Abschätzungsmerkmal, wie sich die Kosten eines Planungsfehlers gegenwärtig auf den Entwicklungs- bzw. Anpassungsaufwand zukünftig auswirken, gibt die sogenannte Zehnerregel [24]. Diese schätzt ab, dass ein unentdeckter Planungsfehler in jeder Folgeperiode die notwendigen Kosten verzehnfacht, um diesen Fehler zu bereinigen. Mittels effizientem Projektmanagement und validierbaren Projektkennzahlen lassen sich Fehlentwicklungen frühzeitig erkennen [19].

Insbesondere die Wiederverwendbarkeit bestehender Softwareteile gilt als Mittel zur Reduktion von Kosten und Arbeitseinsatz in mehrperiodigen Softwareentwicklungsprojekten. Notwendigerweise sollten die Software-Artefakte nicht zu kompliziert gestaltet sein und Probleme mit „komplexen Interdependenzen“ [28] berücksichtigt werden. Dies bezieht sowohl Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Teilen der Software als auch eine gute Granularisierung mit ein. Insbesondere muss der Struktur des Projektportfolios und der Auswahl von Teilprojekten besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden [28].

## 2.4 Portfoliotheorie und Value-at-Risk

Ein Softwareprojekt besteht, ähnlich wie ein Finanzportfolio, aus mehreren Komponenten, die miteinander verknüpft sind. Jede Teilkomponente stiftet einen Wertbeitrag zum Verbund. Aufgrund des, zum Teil sehr langlebigen, Einsatzes von Software im Unternehmen soll die Auswahl der Teilkomponenten möglichst effizient erfolgen, so dass ein hohes Maß an Wiederverwendung und geringere Wartungskosten zu erwarten sind.



**Bild 1:** Portfolio- und Risikodiversifikation über Korrelationseffekte

Ein theoretisch fundierter Ansatz zur Auswahl von Teilkomponenten eines Finanzportfolios, liefert die Portfoliotheorie nach Markowitz [21]. Diese erklärt, wie ein optimales Portfolio risikominimal strukturiert werden kann, indem man es effizient in Teilinvestitionen zerlegt (sog. Diversifikation). Dabei werden wechselseitige Einflüsse zwischen den Komponenten berücksichtigt und so zusammengestellt, dass sich das Gesamtrisiko von Wertverlusten minimiert (sog. Korrelation). Diese Wertverluste von Investitionen lassen sich mittels des Value-at-Risk-Ansatzes[1] (VaR) abschätzen (vgl. Bild 1), der auf jedes Risikofaktormodell angewandt werden kann und ein sehr universelles Framework ist [20]. Hierbei wird der maxi-male Wertverlust berechnet, der in einer gegebenen Zeitperiode mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird [31][33]. In Erweiterung des "Expected Loss"-Konzepts, das den Erwartungswert der Verluste ausdrückt, misst der VaR explizit die unerwarteten Verluste [7] und schließt so auch Extremfälle mit ein.

Das Konzept lässt sich, ausgehend von der Einzelbewertung, auf mehrere Investitionstitel bis hin zu ganzen Portfolios anwenden. Liegen mehrere risikobehaftete Anlagen in einem Portfolio vor, so müssen zusätzlich die Synergieeffekte berücksichtigt werden [30]. Schwankungen dieser Komponenten können gleichzeitig Chancen und Risiken für den Gesamtverbund bedeuten. Die Risikostreuung kann aber durch sinnvolle Kombination von Einzelkomponenten erfolgen. Ziel ist es, Synergieeffekte zu finden, die die Risiken untereinander möglichst gut kompensieren [26].

Durch die Selektion verschiedener Portfoliostrukturierungen kann mittels des VaR-Ansatzes die Höhe der Verlustrisiken systematisch abgeschätzt werden. Werden ineffiziente Kombinationen ausgewählt, so entstehen sogenannte Klumpenrisiken [17]. Durch diese unzureichende Granularisierung droht die Gefahr eines höheren diversifizierten VaR [1]. Die Portfoliotheorie hilft, eine granularitätsoptimale Auswahl von Portfoliokomponenten zu finden, so dass Risikokosten von Wertänderungen in der zukünftigen Periode minimiert werden. Von Rockafellar und Uryasev wird ein Methodentransfer des VaR-Konzepts aus dem Kontext der Finanzdomäne in andere Anwendungsfelder explizit gefordert [26].

### 3 Methodik

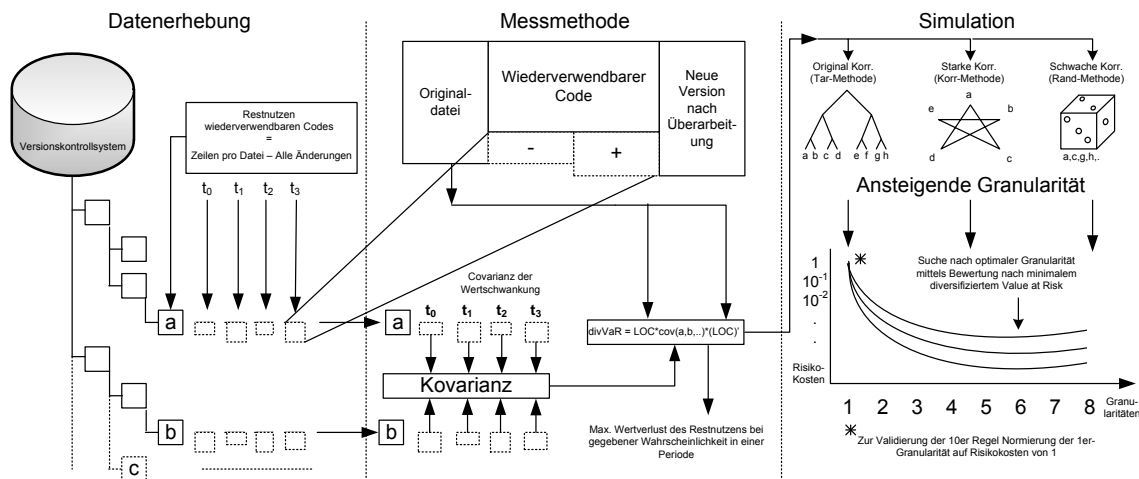
Im Folgenden wird, in Anlehnung an die Portfoliotheorie, das Konzept des VaR auf Softwareentwicklungsprojekte übertragen. Mittels der Änderungsdaten aus einem Software-Versionskontrollsystem werden die historischen Varianzen und Kovarianzen der Projekt Quellcodes gemessen und mittels dreier Methoden alternative Granularitäten simuliert, um den Grad des geringsten Änderungsaufwandsrisikos zu bestimmen.

#### 3.1 Annahmen

Entsprechend der Portfoliotheorie [21] wird angenommen, dass jedes Portfolio, dem man einen impliziten Wert zuordnen kann, so diversifizierbar ist, dass eine anforderungsoptimale oder risikominimale Allokation angenommen werden kann. In der modernen Softwareentwicklung gilt es als guter Stil, jeweils nur eine Klasse, einen Service oder eine Entität in eine Datei zu kapseln [9]. Deshalb wird im Folgenden angenommen, dass jede Änderung einer Datei implizit der Änderung eines Portfolioassets entspricht. Des Weiteren sehen agile Entwicklungspraktiken vor, dass jede Änderung einer Software eine neue fachliche Anforderung oder einen Bugfix umsetzt und diese somit im Versionskontrollsystem dokumentiert. Vereinfachend wird angenommen, dass der Änderungsaufwand an einer Datei stark mit der Anzahl der veränderten und weiterbestehenden Zeilen im Code (Lines of Code (LOC)) korreliert ist. Es wird angenommen, dass Art und Weise der Entwicklung und Überarbeitung im Zeitverlauf ähnlich sind. Historische Änderungsstrukturen sind somit ein guter Schätzwert für das zukünftige Änderungsrisiko. Als heutiger Wert (vergleichbar mit einem Barwert) wird der Umfang der jeweiligen Quellcodedatei angesetzt. Bei historisch bekannten Entwicklungskosten lässt sich die LOC-Rechnung via COCOMO-Methodik in einen konkreten Geldwert umrechnen ([14], S.23).

#### 3.2 Datenerhebung

Zur direkten und empirischen Messung der Struktur- und Entwicklungskultur von Softwareprojekten werden die Daten eines Software-Versionskontrollsystems genutzt. Über dieses lässt sich historisch die Größe jeder Datei, sowie die erfolgten Softwareänderungen exakt messen und somit der Umfang je Anforderungsumsetzung oder Bugfix genau bestimmen. Dabei kann eine Anforderungsumsetzung mehrere Dateiänderungen umfassen. Vergleichbar zu [13], [29] und [34] messen wir in dieser Ausarbeitung den Restnutzen wiederverwendbaren Codes als die Inhalte eines Dokuments, die von einem Autor erstellt wurden und nach Abzug aller Änderungen eines Überarbeiters (Hinzufügungen/Löschungen) noch im Dokument erhalten bleiben. Dieser Restnutzen des wiederverwendbaren Codes wird für jede Datei jeder Anforderungsumsetzung (Patch) ermittelt und gemeinsam mit den Restnutzen der zugehörigen Dateien je Änderung gespeichert (vgl. Bild 2 „Datenerhebung“).



**Bild 2: Datenerhebung, Messmethode und Simulation der Untersuchung**

### 3.3 Messmethode

Um zu bestimmen, in welcher Strukturierung der Restnutzen des wiederverwendbaren Codes möglichst groß bleibt, wird das Konzept des diversifizierten VaR angewandt [30]. Dieses bestimmt den Verlust, der in einer prognostizierten Zeitperiode mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit nicht unterschritten wird. Dabei fließen historische Schwankungen und korrelative Abhängigkeiten zwischen den Elementen eines Portfolios in die Berechnung ein. Hierzu werden die Schwankungen des Restnutzens wiederverwendbaren Codes genutzt, die in der Datenerhebung bestimmt wurden. Für jeweils paarweise geänderte Dateien wird ein Kovarianz-Wert berechnet und in einer Kovarianzmatrix zusammengefasst [30]. Um den relativen Restnutzen des wiederverwendbaren Portfolio-Codes zu bestimmen, werden mittels Matrizenmultiplikation das Produkt aus Dateiumfängen zum aktuellen Zeitpunkt und der Varianz-Kovarianz-Matrix des relativen Restnutzens des wiederverwendbaren Codes gebildet und das Risikoquantil entsprechend der gegebenen Wahrscheinlichkeit bestimmt [31][33] (vgl. Bild 2 „Messmethode“).

### 3.4 Simulation

Durch die Projektstruktur ist die Granularität jedes historisch gewachsenen Softwareprojekts implizit gegeben. Für diese lässt sich ein diversifizierter VaR-Wert für den Restnutzen des wiederverwendbaren Codes berechnen. Um die Güte der Granularität zu bewerten, sind vergleichbare Varianten der gegebenen Projektstruktur notwendig, die aus dieser abgeleitet werden müssen. Eine hinreichend effektive Methode (nachfolgend „Tar-Methode“), um Varianten größerer Granularität gleicher Grundstruktur zu generieren, ist, beginnend mit der tiefsten Orderebene, alle Dateien je Ordner zu einer einzigen Datei zusammenzufassen und in die nächsthöhere Orderebene zu verschieben [18]. Vereinfachend wird hierzu der Tar-Algorithmus rekursiv angewendet [11]. Paketstrukturen, sowie funktionale Gliederung von Ordnern, begünstigen, dass auch bei umfangreicheren Zusammenfassungen die Abhängigkeiten und zusammenhängenden Änderungen in selber Struktur erhalten bleiben. Die größte, und mutmaßlich schlechteste, Granularität wäre nach dieser Methode den gesamten Quelltext in eine Datei zu schreiben. Je Zusammenfassung werden der Umfang der Dateien, sowie die Kovarianzen neu berechnet und mittels VaR-Methode ein Risikowert bestimmt.

Zur Validierung der Tar-Methode werden die Ergebnisse mittels methodischer Triangulation durch zwei weitere Validierungsmethoden überprüft. Bei der ersten Validierungsmethode („Korr-Methode“) wird in wiederholten Simulationsläufen [5] initial eine Datei gewählt. Ausgehend von dieser Datei werden rekursiv in Abhängigkeit geänderte Dateien hinzugefügt. Dies wird wiederholt bis die Anzahl der Dateien, denen der entsprechenden Granularitätsstufen der Tar-Methode entspricht. Bei Zweiterer („Rand-Methode“) werden zufällig Dateien aus dem Projekt gewählt und die Zusammenhänge dabei nicht berücksichtigt. Die erste Methode simuliert hierdurch Teilprojekte des Gesamtprojektes mit einem starken Zusammenhang, die zweite Methode simuliert den Wegfall dieser Zusammenhänge. [17] zeigt, dass bei Veränderung der Korrelationsstrukturen die Bewertung der Granularität mittels VaR kaum beeinflusst wird. Durch Mittelung der Teilergebnisse der Validierungsmethoden wird die Struktur des Gesamtprojekts angenähert [5].

Auch wenn die Validierungsmethoden gute Vergleichswerte zwischen den einzelnen Granularitätsstufen erwarten lassen, so ist zu beachten, dass diese zu aggressiv, zu klumpig und zu schlecht diversifiziert simulieren/abschätzen sowie extreme Projektstrukturen generieren können. Deshalb werden die zwei Validierungs-Methoden ausschließlich zur Triangulierung und Validierung der ersten Methode verwendet, nicht aber für eine Aussage bezüglich der absoluten Höhe des Risikos des relativen Restnutzens des wiederverwendbaren Codes. Zum besseren Vergleich, auch mit Aussagen der Zehnerregel [24], wird die schlechteste Granularisierung je Methode auf eins normiert. Dies ist üblicherweise der Fall, wenn nur eine Datei den gesamten Quellcode beinhaltet ([14], S.29). Die anderen VaR-Werte werden zu diesem ins Verhältnis gesetzt (vgl. Bild 2 „Simulation“).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Deskriptive Ergebnisse

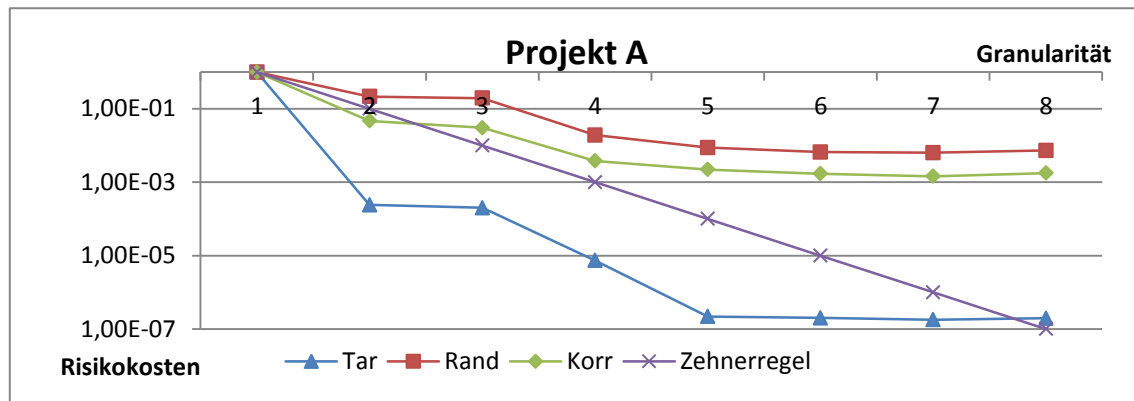
Im Folgenden wird die vorgestellte Methodik zur Bestimmung der optimalen Granularität exemplarisch auf drei Softwareentwicklungsprojekte angewandt. Bei der Auswahl dieser Projekte, die allesamt fachlich unterschiedliche Teile einer serviceorientierten Infrastruktur sind, wurde berücksichtigt, dass es jeweils wechselseitige Gemeinsamkeiten (vgl. Hervorhebungen in Tabelle 1) und Unterschiede in der Struktur dieser Projekte gibt. Die Projekte sind durch folgende Eckdaten in Tabelle 1 charakterisiert:

Projekt	Files	LOC	Ordner	Level	Patches	Dateiänderungen	LOC/File
A	1.171	221.446	<b>213</b>	<b>8</b>	7.200	24.552	<b>189</b>
B	3.000	1.208.428	<b>185</b>	<b>8</b>	<b>22.169</b>	<b>80.127</b>	403
C	1.974	525.930	708	13	<b>22.970</b>	<b>68.298</b>	<b>266</b>

**Tabelle 1: Deskriptive Statistik**

Während Projekt A sich durch eine geringere Anzahl an Dateien (1171), LOC (221446) und Ordnerleveln auszeichnet, finden sich in Projekt C und B fast doppelt bzw. dreimal so viele Dateien und mehr als dreifach so viele Patches und Dateiänderungen. Projekt B hat im Vergleich zu den anderen zwei Projekten etwa doppelt solange Quellcodedateien (403 LOC/File) und mehr als doppelt so viele LOC wie Projekt C und fünf Mal so viele LOC wie Projekt A.

Dafür verfügt es über gleiche Tiefe der Ordnerhierarchie wie Projekt A und eine ähnliche Anzahl an Dateien, Patches und Dateiänderungen wie Projekt C. Dieses hat aber mit 13 Levels eine deutlich granularere Ordnerstruktur, als die beiden anderen Projekte. Projekt C hat allerdings mit durchschnittlich 266 LOC/File tendenziell Dateilängen wie Projekt A. Über diese Mischung aus Hetero- und Homogenitäten soll eine breite Menge an Strukturcharakteristika von Softwareprojekten abgedeckt werden.



**Bild 3: Untersuchungsergebnisse Projekt A**

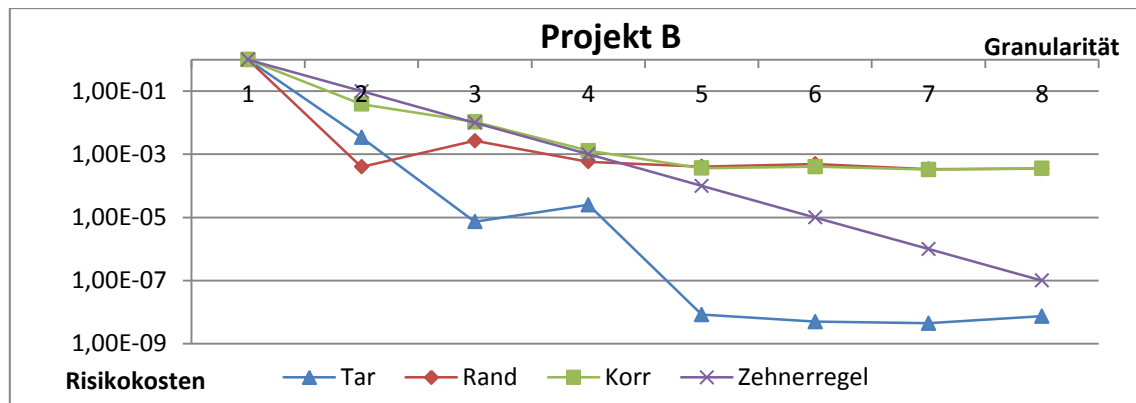
Projekt A (Bild 3) umfasst insgesamt 1171 Files in acht Ordnerstufen und somit acht, in allen Methoden simulierbare, Granularitätsgrade. Nach einem degressiven Abfall der Risikokosten zwischen der ersten und fünften Granularitätsstufe, stabilisieren sich die Ergebnisse von der fünften bis zur achten Granularitätsstufe bei allen drei Methoden. Das lokale Optimum findet sich bei allen drei Methoden bei Granularitätsstufe sieben, was 1163 Dateien entspricht.

Projekt B (Bild 4) umfasst ebenfalls acht simulierbare Granularitätsstufen. Auch dort stabilisieren sich die Risikokosten nach degressivem Abfall und finden bei der siebten Granularitätsstufe ein lokales Minimum (2775 Dateien). Projekte C (Bild 5) umfasst mit dreizehn deutlich mehr simulierbare Stufen. Hier stabilisieren sich die Granularitäten ab der sechsten Granularitätsstufe und das Optimum liegt hier ebenfalls auf der vorletzten Granularitätsstufen (1888 Dateien). Anhand der Anzahl der Änderungen lässt sich nachvollziehen, dass Projekt B und C deutlich länger softwaretechnisch gereift sind und somit länger iterativ einem Optimum annähern konnten.

#### 4.2 Zehnerregel als Maß für die Kosten falscher Granularität

Wie erwartet, sinken die diversifizierten Risikokosten mit steigender Granularität. Die Ergebnisse der drei Messmethoden sind in Bild 3-5 mit den Vergleichswerten der theoretischen Zehnerregel dargestellt. Dabei wird die Granularität vom Grad eins als schlechtesten Granularitätsgrad angesetzt und die Schätzung der Kosten der Zehnerregel mit den nachfolgenden Granularitätswerten auf 10% des Vorwerts gesenkt. Generell ist zu erkennen, dass die theoretische Zehnerregel die Risikokosten abhängig von der Granularität systematisch über- oder unterschätzt. Auch lässt sich erkennen, dass die Zehnerregel die Höhe der Risikokosten dem Wert Tar-Methode am besten im Optimum approximiert. Gleichzeitig zeigen die drei Projekte, dass diese Daumenregel die Höhe der Risikokosten zwischen schlechtesten und optimaler Granularität aber auch deutlich unterbewerten (Bild 3) oder überbewerten (Bild 4) kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn mehrere Granularitätsstufen messbar ähnliche Risikokosten haben.

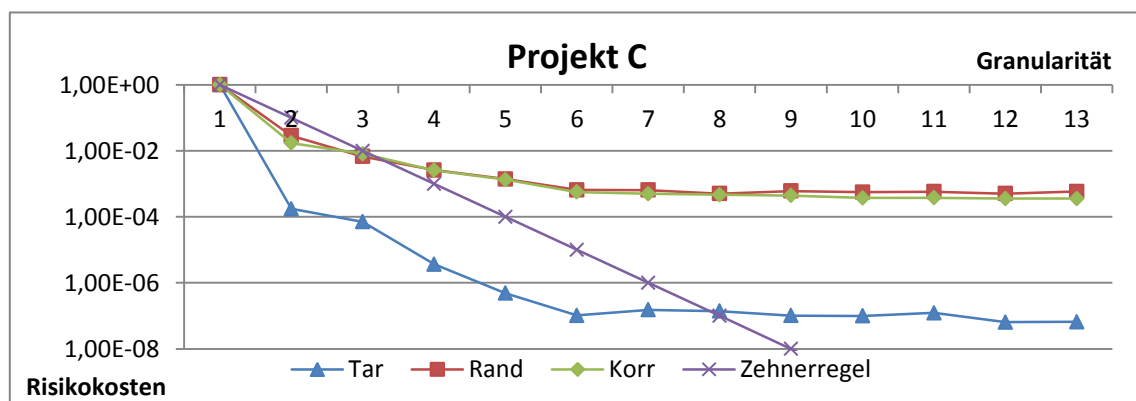




**Bild 4: Untersuchungsergebnisse Projekt B**

Ebenfalls lässt sich zeigen, dass die Validierungsmethoden, auf Grund der Randomisierung oftmals aggressiver, klumpiger und schlechter diversifiziert simulieren als die Zehnerregel oder die Tar-Methode. Dass die Validierungsmethoden trotz Randomisierung das Minimum der Tar-Methode bestätigen können, deckt sich mit anderen empirischen Untersuchungen [17]. Im Abgleich mit der Zehnerregel kann somit bestätigt werden, dass die Tar-Methode die Höhe von Granularitätsrisiken besser abschätzt, aber auch die Validierungsmethoden, die den gleichen Granularitätsgrad als optimal bestimmen, soweit die Höhe der Granularitätsrisiken zweitrangig ist.

#### 4.3 Grenznutzen der Granularisierung



**Bild 5: Untersuchungsergebnisse Projekt C**

Die Daten zeigen, dass mit steigender Granularität die Risikokosten erst sinken und sich dann auf eher stationärem Niveau mit lokalem Minimum stabilisieren. Es lässt sich intuitiv nachvollziehen, dass Projekte solange mit Best Practice Methoden und iterativen Ansätzen untergliedert werden, bis eine handhabbare Softwareprojektbasis entsteht. Gleichzeitig zeigt das stationäre Niveau aller drei Projekte, dass eine annähernd gute Granularität oftmals auch schon auf niedrigeren Granularitätsstufen erreicht werden kann. Der Grenznutzen weiterer Granularisierung in Richtung des Optimums nimmt aufgrund steigender Koordinationskomplexität ab. Allen drei Projekten ist gemein, dass die, in den Projekten konkret vorliegende und entsprechend der Bewertung maximale Granularität zwar hinreichend gut, aber im Vergleich zum Optimum etwas zu feingliedrig ist. Dies ist ein möglicher Effekt der, in der Literatur diskutierten, Überspezifikation [22]. Softwarestrukturen, die ursprünglich für Wiederverwendung angelegt wurden, aber dann nie wiederverwendet werden, erzeugen einen ineffizienten Overhead. Die Vermessung der drei Projekte zeigt, dass eine leichte Über- oder Unterspezifikation der optimalen Granularität

vertretbar sein kann. Zwar erhöhen sich die Risikokosten rund um den optimalen Granularitätspunkt leicht, diese Erhöhung ist aber weit geringer, als bei niedriger oder gar monolithischer Granularität.

## 5 Zusammenfassung

Bezüglich der Strukturierung von Softwareprojekten wurden drei Forschungsfragen motiviert. Diese betreffen die Granularität der Struktur von Software-Services, die Mess- und Vergleichbarkeit der Güte von Granularität sowie das Granularitätsoptimum, welches gute Wiederverwendbarkeit und geringe Änderungsrisiken verspricht. Dazu wurden in Abschnitt 2 aktuelle Untersuchungsansätze dargestellt. Einerseits führen gestaltungsorientierte Ansätze und Best-Practices-Erkenntnisse zu guten Services- und Architektur-Designs. Andererseits motivieren erste quantitative Beiträge zu Granularitätsmetriken eine tiefgreifendere quantitative Untersuchung. In dem vorliegenden Beitrag wurden diese Ansätze mittels Erkenntnissen des Projektportfoliomanagements zu Projektrisikokosten, sowie der Portfoliotheorie und der Methode des VaR erweitert. Hierbei wurde, basierend auf der etablierten Portfoliotheorie [21], das Risiko der Reimplementierung anhand des relativen Restnutzens wiederverwendbaren Codes bewertet. Effiziente Granularität durch die Wahl der richtigen Softwareprojektstruktur wird mittels Bewertung der Risikokosten messbar.

Zur empirischen Quantifizierbarkeit wurde der Umfang von Software-Komponenten und der historischen Software-Änderungen mit Hilfe von Software-Versionskontrollsystemen gemessen. Drei Softwareprojekte wurden mittels drei Methoden in alternativen Granularitäten simuliert und entsprechend des Risikos der Reimplementierung bewertet.

Die Untersuchung zeigt, dass, trotz der Unterschiedlichkeit der Methoden, jeweils in allen drei Projekten ein Grad der Granularisierung als optimal bewertet wird, auch wenn nicht alle Methoden die Höhe der Risikokosten exakt quantifizieren. Gleichzeitig kann die Zehnerregel des Softwareprojektmanagements empirisch zu Teilen bestätigt werden, auch wenn die logarithmische Struktur dieser Regel nur zu Teilen die Charakteristika von Softwareprojekten korrekt widerspiegelt. Zusätzlich zeigt sich, dass es einen Grenznutzen der Granularisierung gibt und dass der Nutzen rund um das Optimum nur sehr schwach abfällt.

Die vorgestellte Methode ist ein Ansatz zur Quantifizierung der Granularitätsgüte. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, wie die Spezifika aus Projektstruktur und Methode variieren. Es ist kritisch anzumerken, dass dieser Ansatz nur Projektrisiken betrachtet, mögliche Renditen aber nicht, da diese nicht in den Softwareversionsdaten messbar sind. Die Messmethoden können auch nur Granularitätsgrade bewerten, die zwischen 1 und der gegebenen Projektgranularität der historischen Daten liegen.

Desweiteren soll die Untersuchung auf eine größere Anzahl an Projekten ausgeweitet werden. Ziel ist es, empirisch zu untersuchen, in welcher Art und Weise Projekt-Charakteristika das Risiko der Reimplementierung und somit den Grad der optimalen, sowie den Bereich der guten Granularität beeinflussen. Ziel ist eine Daumenregel, die auch ohne historisches Software-Repository eine empirische, belegte Abschätzung der Güte der Projektgranularität liefert. Bezüglich der gestellten Forschungsfragen konnte gezeigt werden, dass sich ein Granularitätsoptimum gegenwärtig bestimmen lässt, sodass gute Wiederverwendbarkeit und geringe Änderungsrisiken zu erwarten sind. Es wurde eine Methode vorgestellt, welche die Güte der Granularität messbar macht und somit eine quantitative Aussage erlaubt, wie granular Software-Services strukturiert sein sollen.

## 6 Literatur

- [1] Albrecht, P.; Maurer, R. (2005): Investment- und Risikomanagement: Modelle, Methoden, Anwendungen: Schäffer-Poeschel; Auflage: 2. ,2005.
- [2] Arsanjani, A. et.al. (2008): SOMA: A method for developing service-oriented solutions, IBM Systems Journal, Vol 47, Nr. 3, 2008.
- [3] Arsanjani, A. (1998): Service-oriented modeling and architecture, IBM, 2005.
- [4] Becker, A.; Widjaja, T.; Buxmann, P. (2011): Nutzenpotenziale und Herausforderungen des Einsatzes von Serviceorientierten Architekturen, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 2011/04.
- [5] Blobel, V.; Lohrmann, E. (1998): Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse; Teubner, 1998.
- [6] Braunwarth, K.; Friedl, B. (2010): Towards a financially optimal design of IT services, ,ICIS, 2010, Saint Louis.
- [7] Campbell,R.;Huisman, R.; Koedijk,K. (2000): Optimal portfolio selection in a Value-at-Risk framework. Journal of Banking& Finance 25(2001).
- [8] Duden (2007), Stichwort "Granularität", Brockhaus, 2007.
- [9] Erl,T. (2005): Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology & Design, Prentice Hall,2005.
- [10] Erradi, A.; Anand, S.; Kulkarni, N. (2006): SOAF: An Architectural Framework for Service Definition and Realization.
- [11] FSF (2006): TAR; <http://www.gnu.org/software/tar/tar.html>; Abruf: 06.08.2011.
- [12] Friedl, B. (2011): Zur optimalen Granularität von IT-Services - Eine Analyse relevanter ökonomischer Einflussfaktoren, 10. Int. Tagung Wirtschaftsinformatik, Zürich, 2011.
- [13] Grigore, M.; Rosenkranz, C. (2011): Increasing the Willingness to Collaborate Online: Analysis of Sentiment-Driven Interactions in Peer Content Production. ICIS 2011.
- [14] Katzmarzik (2011): Product differentiation for Software-as-a-Service Providers, BISE, 01/2011, S. 19-31.
- [15] Klose, K.; Knackstedt, R.; Beverungen, D. (2007): Identification of Services - A Stakeholder-based approach to SOA development and its application in the area of production planning, ECIS, 2007.
- [16] Krafzig, D.; Banke, K.; Slama, D. (2004): Enterprise SOA: Service Oriented Architecture Best Practices, Prentice Hall International, 2004.
- [17] Huschens, S.; Stahl, G.(2004): Granularität dominiert Korrelation, Risknews 06/04.
- [18] Lee, J.; Seo, Y.; Lee, J. (2007): Method and apparatus for merging data objects, European Patent EP181840A2, 2007.
- [19] Lichter, H.; Mandl-Striegnitz, P. (1999): Defizite im Software- Projektmanagement - Erfahrungen aus einer industriellen Studie, Informatique 5/1999.

- [20] Lütkebohmert, E.; Gordy, M. (2007). Granularity adjustment for Basel II. No 2007,01, Discussion Paper Series 2: Banking and Financial Studies, Deutsche Bundesbank, Research Centre.
- [21] Markowitz, H. (1952): Portfolio Selection: Journal of Finance, 1952, S. 77-91.
- [22] Millard, D. E. et. al. (2009): Pragmatic web service design: An agile approach with the service responsibility and interaction design method. Computer Science, 2009.
- [23] Offermann, P. (2008): SOAM - Eine Methode zur Konzeption betrieblicher Software mit einer Serviceorientierten Architektur, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 2008/06.
- [24] Pfeifer, T. (2001): Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken, Hanser Fachbuch, 3. Auflage, 2001.
- [25] Quartel, D.; Dijkman, R.; van Sinderen, M. (2004): Methodological support for service-oriented design in ISDL, ICSOC, 2004, New York.
- [26] Rockafellar, R.; Uryasev, S. (1999): Optimization of Cond. Value-at-Risk, USA, 1999.
- [27] Schelp, J.; Winter, R. (2007): Entwurf von Anwendungssystemen und Entwurf von Enterprise Services - Ähnlichkeiten und Unterschiede. WIRTSCHAFTSINFORMATIK Ausgabe Nr.: 2008-01.
- [28] Schirmer, I.; Zimmermann, K. (2008): Visualisierung von Projektportfolios zur Unterstützung des Architekturmanagements, Universität Hamburg.
- [29] Turek, P.; Wierzbicki, A.; Nielek, R. (2010): WikiTeams: Evaluating Teamwork in Wikipedia. In: Proceedings of the WebSci10, 2010.
- [30] Wiedemann, A. (2002): Messung von Zinsrisiken mit dem Value-at-Risk-Konzept, WISU 12/2002, S. 1548-1553.
- [31] Wilkens, M. et. al. (2001): Basel II- Berücksichtigung von Diversifikationseffekten im Kreditportfolio durch das Granularity Adjustment, Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 12/2001 ; S. 670-676.
- [32] Winkler, V. (2007): Identifikation und Gestaltung von Services. Vorgehen und beispielhafte Anwendung im Finanzdienstleistungsbereich. Wirtschaftsinformatik 49, 4, 257-266.
- [33] Wolke, T. (2008): Risikomanagement; Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 07/2008.
- [34] Wierzbicki, A.; Turek, P.; Nielek, R.. (2010): Learning about team collaboration from Wikipedia edit history; International Symposium on Wikis and Open Collaboration, 2010.
- [35] Zhang, Z.; Lui, R.; Yanz, Z. (2005): Service Identification and Packaging in Service Oriented Reengineering. Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE'05.

# Cloud Computing Innovation: Schritte in Richtung einer Forschungsagenda

**Jan Huntgeburth, Dennis Steininger, Manuel Trenz, Daniel Veit**

Dieter-Schwarz-Stiftungslehrstuhl für ABWL, E-Business und E-Government,  
Universität Mannheim, Schloss, 68131 Mannheim,  
E-Mail: {huntgeburth|steininger|trenz|veit}@bwl.uni-mannheim.de

## Abstract

Die hohen Nutzenpotentiale von Cloud Computing können nur bei einer weiten Verbreitung der Technologie realisiert werden. Ziel der Innovationsforschung ist es daher, robuste, generalisierbare und prädiktive Erklärungsansätze zu entwickeln, die Möglichkeiten bieten, in die Verbreitung von Cloud Computing zu intervenieren. In der vorliegenden Studie werden die konzeptionellen und theoretischen Grundlagen gelegt, der aktuelle Stand der Forschung analysiert und erläutert, wie zukünftige Forschung einen wichtigen Beitrag dazu leisten kann, Handlungsempfehlungen für die Verbreitung von Cloud Computing zu entwickeln.

## 1 Einleitung

Cloud Computing weckt hohe Erwartungen unter Analysten, Softwareherstellern und Forschern für die weitere Entwicklung organisationaler Informationssysteme (IS). Gerade in Branchen, in denen IS keine strategische Rolle spielt, bietet Cloud Computing die Möglichkeit, sich noch stärker auf Kernkompetenzen zu konzentrieren [14]. Beispielsweise hat der öffentliche Sektor Cloud Computing als geeigneten Lösungsansatz identifiziert, der Reformziele, wie die Konsolidierung von IS, sowie die Digitalisierung und Standardisierung von Prozessen, weiter voran treibt [21]. Entsprechend groß ist die Euphorie rund um das Thema Cloud Computing. Horst Westerfeld, Chief Information Officer von Hessen, beziffert das jährliche Einsparungspotenzial des institutionalisierten Einsatzes von Cloud Computing im öffentlichen Sektor auf 1.8 Milliarden Euro, was zehn Prozent der öffentlichen Ausgaben für Informationstechnik (IT) ausmacht.<sup>1</sup> Dabei hängt die Realisierung dieser Potentiale direkt mit der Verbreitung von Cloud Computing zusammen [23].

---

<sup>1</sup> Interview in der eGovernment Computing vom 30. März 2011 u. a. mit Horst Westerfeld (CIO Hessen), Verfügbar unter: <http://www.egovernment-computing.de/projekte/articles/309248/> [Letzter Zugriff 17. Juni 2011].

In der Literatur besteht zunehmende Konvergenz, was Cloud Computing umfasst und welche Akteure das Wertschöpfungsnetzwerk von Cloud Computing bilden [3, 11]. Dahingegen steht der Diskurs, ob, wann und wie Organisationen Cloud Computing einführen sollen, noch am Anfang. Dieser Artikel soll aufzeigen, welchen Beitrag die Innovationsforschung zu dieser Fragestellung geleistet hat und zukünftig leisten kann. Hierfür werden in den folgenden Kapiteln die konzeptionellen und theoretischen Grundlagen zu Cloud Computing Innovation erarbeitet und das Ziel von Cloud Computing Innovationsforschung definiert. Abschließend wird der aktuelle Stand anhand dieser Grundlagen analysiert und zukünftiger Forschungsbedarf abgeleitet.

Der Beitrag strukturiert sich wie folgt. Im folgenden Abschnitt werden zunächst Cloud Computing definiert und die wesentlichen Knotenpunkte im Wertschöpfungsnetzwerk von Cloud Computing identifiziert. In Abschnitt drei wird eine Sichtweise auf das Phänomen Cloud Computing Innovation erarbeitet, die es einerseits erlaubt einen Theoriebeitrag zur Innovationsforschung zu leisten und es andererseits ermöglicht, Handlungsempfehlungen für die Verbreitung von Cloud Computing zu entwickeln. Im vierten Abschnitt wird der derzeitige Stand der Innovationsforschung zum Thema Cloud Computing aufgezeigt und weiterer Forschungsbedarf identifiziert. Der letzte Abschnitt fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und diskutiert weitere Schritte.

## 2 Cloud Computing

Während einige Autoren in Cloud Computing den lang gehegten Traum von „computing as a utility“ sehen [3] und von einem Paradigmenwechsel sprechen [25, 30, 46], sind andere Autoren weniger enthusiastisch und beschreiben Cloud Computing als Sammlung vieler alter und weniger neuer Konzepte [46] oder als extreme Form von Outsourcing [16]. Um den Rahmen dieser Arbeit zu setzen, wird im Folgenden auf Basis der bestehenden Literatur Cloud Computing konzeptualisiert und ein mögliches Wertschöpfungsnetzwerk skizziert.

### 2.1 Definition

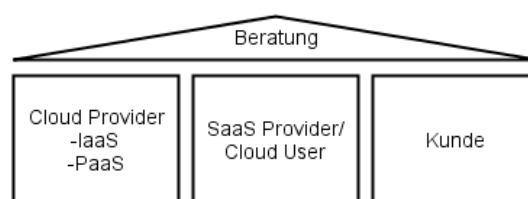
Aus technischer Sicht ist die Cloud ein *verteiltes und paralleles System*, das aus einer Sammlung *verbundener und virtualisierter IT-Ressourcen* besteht [13]. IT-Ressourcen werden dabei in verschiedenen Granularitäten angeboten. Zwischen drei wesentlichen Granularitäten wird dabei unterschieden. *Infrastruktur-as-a-Service* (IaaS) liefert hoch standardisierte und virtualisierte Rechen-, Speicher und Netzwerkressourcen, die häufig die Grundlage für andere Cloud-Services legen [46]. Zusätzlich zur Infrastruktur (IaaS) wird bei *Plattform-as-a-Service* (PaaS) dem Nutzer eine Entwicklungsumgebung aus der Cloud zur Verfügung gestellt, um darauf *Software-as-a-Service* (SaaS) Produkte zu entwickeln. SaaS wird dann typischerweise als web-basierter Dienst angeboten, der innerhalb der Cloud läuft und über einen sogenannten „Thin Client“ (z. B. Web-Browser) dem Kunden zugänglich gemacht wird. Hierbei hat der Nutzer keinen Einfluss auf die darunter liegenden Instanzen und nur sehr begrenzten Einfluss auf die Konfiguration der Software [46].

Weitere wesentliche Eigenschaften von Cloud Computing sind, dass Service-Angebote *massiv skalierbar über das Internet* angeboten und *nach Verbrauch* abgerechnet werden. Diese Eigenschaften sind der wesentliche Grund für die potentiellen Vorteile von Cloud Computing aus Sicht der Kunden gegenüber der herkömmlichen Bereitstellung von IT, denn so können Lastspitzen aufgefangen und IT-Ressourcen optimal ausgenutzt werden [3].

Unter Berücksichtigung der eben aufgeführten Aspekte wird unter Cloud Computing im Folgenden *eine auf Virtualisierung-basierende Art der Bereitstellung von IT verstanden, bei der IT-Ressourcen in verschiedenen Granularitäten (IaaS, PaaS, SaaS) massiv-skalierbar als Service über das Internet angeboten und nach Verbrauch abrechnet werden (in Anlehnung an [12]).*

## 2.2 Wertschöpfungsnetzwerk

Im Vergleich zur traditionellen Bereitstellung von IT führt für Akteure Cloud Computing zu einer Reihe von neuen Rollen in der IT-Wertschöpfungskette [11]. Aufbauend auf bestehenden Arbeiten, können vier wesentliche Rollen identifiziert werden, die Akteure in der Cloud Computing Wertschöpfung einnehmen können (siehe Bild 1). Akteure können beispielsweise Softwarehersteller, Rechenzentren, öffentliche Verwaltungen oder private Unternehmen sein. In einigen Fällen kann der gleiche Akteur mehrerer Rollen im Wertschöpfungsnetzwerk einnehmen.



**Bild 1:** Cloud Computing Wertschöpfungsnetzwerk (in Anlehnung an [3, 11])

Ein *Cloud-Provider* ist ein Akteur, der Infrastruktur-Dienstleistungen hoch skalierbar und bedarfsgerecht anbietet. Konsistent zu vorigen Arbeiten stellen wir fest, dass PaaS und IaaS aus Sicht des Wertschöpfungsnetzwerks eher ähnlich sind, als unterschiedlich [3]. Während Infrastruktur-Dienstleister die notwendigen, skalierbaren Rechenressourcen, Speicherplatz und Kommunikation bieten, auf deren Basis Akteure ihre Cloud-Services implementieren können, bieten Plattformanbieter typischerweise – zusätzlich zur Infrastruktur – eine Reihe von wohldefinierten APIs an, um Cloud-Services im Service-Katalog des Plattformanbieters zu offerieren [46]. Ein *Cloud-Provider* nutzt dabei groß angelegte Rechenzentren an kosten-günstigen Standorten, um in den Genuss der potenziellen Vorteile von Cloud Computing gegenüber herkömmlichen Rechenzentren zu kommen [3].

Ein *SaaS-Provider* ist ein Akteur, der, basierend auf einer Cloud-Infrastruktur, web-basierte Dienste für den Endnutzer der Cloud oder für einen Service-Aggregator entwickelt und betreibt. Service-Aggregatoren sind *SaaS-Provider*, die bestehende Dienste zu einem neuen Service kombinieren und diesen Service *Kunden* oder anderen Service-Aggregatoren anbieten [11]. Ein Service-Aggregator ist somit einerseits ein *SaaS-Provider* (aus Sicht des *Kunden*) und andererseits ein *Kunde* (aus Sicht des *SaaS-Provider*, der aggregiert wird). Das letztliche Liefermodell beinhaltet, dass der *Kunde* einen sogenannten „Thin Client“ (z.B. Webbrowser) verwendet, um auf den Service über das Internet zuzugreifen.

Auf dem Weg eine Rolle im Cloud Computing Wertschöpfungsnetzwerk einzunehmen, benötigen Akteure fundiertes Wissen zu den Fragen ob, wann und wie Cloud Computing eingeführt werden kann. Daher zählen auch *Beratungsunternehmen* zum Cloud Computing Wertschöpfungsnetzwerk. *Beratungsunternehmen* sind Akteure, die andere Akteure beraten, ob, wann und wie sie Teil des Wertschöpfungsnetzwerks werden können.

### 3 Cloud Computing Innovation

#### 3.1 Sichtweise auf Innovation

Der Begriff Innovation wird in der Literatur unterschiedlich definiert und konzeptualisiert [35]. Einerseits haben Wissenschaftler den Begriff Innovation als erste Verwendung einer wissenschaftlichen Erfindung in einer Organisation bezeichnet [6]. Eine wissenschaftliche Erfindung könnte ein neues Produkt oder eine Verbesserung eines Produkts, Prozesses oder einer Dienstleistung sein. Aus dieser Sichtweise wäre darauf folgende Nutzung von anderen Organisationen eine Imitation. Wissenschaftler, die dieser Sichtweise folgen, sind typischerweise darum bemüht, mehr über die Umstände herauszufinden, die zur Entstehung von neuen Ideen in Organisationen führen [6]. Da Cloud Computing eine bereits bestehende Idee ist, scheint diese Sichtweise auf Innovation im Kontext dieser Arbeit als ungeeignet.

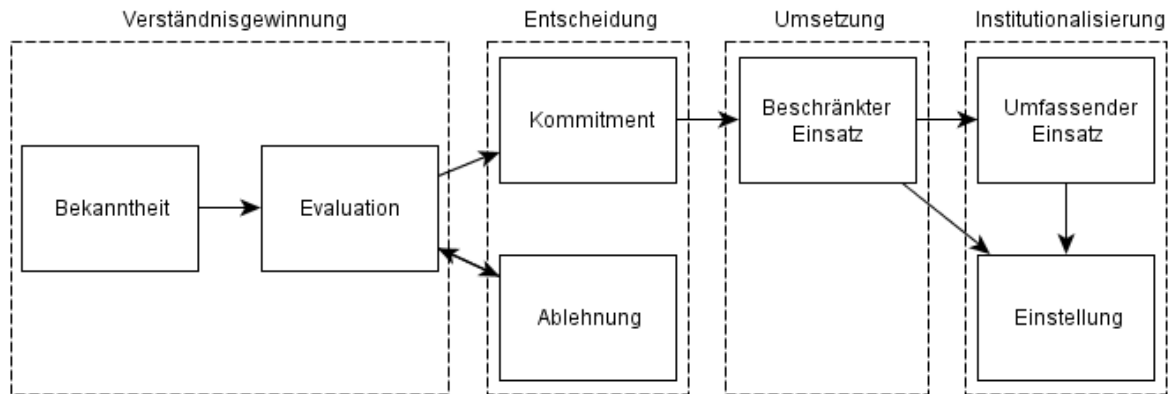
Im Gegensatz dazu wird Innovation in der Innovationsforschung auch als die erste Nutzung einer neuen Idee in einer Organisation verstanden [35]. Nachzügler können damit ebenfalls Innovatoren sein. Konsistent zu der Arbeit von Swanson und Ramiller (2004) wird unter Innovation im Folgenden der *soziale Prozess* verstanden, *durch den sich ein Akteur mit einem neuen Technologie-Trend auseinandersetzt*. Der neue Technologie-Trend entsteht dabei im Diskurs zwischen Softwareherstellern, Beratungsunternehmen, Wissenschaftlern sowie möglichen Nutzern und läuft parallel zur materiellen Verbreitung des Trends [2]. Diese Sichtweise erkennt an, dass das institutionelle Umfeld den Innovationsprozess in einer Organisation mit beeinflusst. Einen Technologie-Trend erkennt man üblicherweise an ein oder mehreren „Buzzwords“, die als Label für den Diskurs im institutionellen Umfeld dienen. Frühere Arbeiten zeigen, dass IS-Forschung und -Praxis in der Tat geprägt sind, von vorübergehende Interessen an bestimmten „Buzzwords“ [8, 41]. Vor diesem Hintergrund ist die gewählte Sichtweise, aus Sicht der Autoren, besonders dafür geeignet das Phänomen Cloud Computing Innovation zu erklären.

#### 3.2 Innovationsprozess in der Organisation

Die gewählte Sichtweise auf Innovation erlaubt viele Möglichkeiten, wie der Innovationsprozess in einer Organisation abläuft. Um einen Innovationsprozess zu skizzieren, der der gewählten Sichtweise auf Innovationen entspricht, wurden die Modelle von Fichman und Kemerer (1997), sowie Swanson und Ramiller (2004) in ein vierphasiges Model integriert, indem jede Phase aus einer oder mehreren Stufen besteht (siehe Bild 2).

In der *Verständnisgewinnungs-Phase* setzt sich der Akteur zum ersten Mal mit Cloud Computing auseinander und entwickelt eine Einstellung zu Cloud Computing [40]. Diese Phase umfasst zwei Stufen. Der Innovations-Prozess beginnt, wenn der Technologie-Trend vom Akteur wahrgenommen und ein grobes Verständnis entwickelt wird, wie Cloud Computing funktioniert (*Bekanntheit*) [36]. Wenn der Akteur sich entscheidet, aktiv mehr über Cloud Computing zu erfahren, beginnt die *Evaluations-Stufe*. In dieser Stufe des Innovationsprozesses beschäftigt der Akteur Mitarbeiter oder ganze Arbeitskreise, um die Möglichkeiten, die Cloud Computing für den Akteur bietet, noch genauer zu untersuchen [24].





**Bild 2:** Cloud Computing Innovationszyklus in der Organisation (in Anlehnung an [24, 40])

Die *Verständnisk Gewinnungs-Phase* endet wenn der Akteur sich entweder dazu bekennt Cloud Computing auf signifikante Weise einzuführen (*Kommitment*) oder dies nach Abschluss der Evaluation bis auf weiteres ausschließt (*Ablehnung*) [5]. Ein Akteur, der zu einem Zeitpunkt entscheidet Cloud Computing abzulehnen, kann die *Evaluations-Stufe* zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufnehmen [36]. Die *Kommitment-Stufe* erfordert, dass der Akteur bereits einen groben Plan entwickelt hat, wo und wie Cloud Computing eingesetzt werden kann und eine Initiative gestartet hat, diesen Plan umzusetzen.

Die *Umsetzungsphase* beinhaltet, dass der Plan auf nachhaltig erkennbare Weise innerhalb der Organisation installiert wird (Pierce und Delbecq 1977). Im Gegensatz zur Institutionalisierungs-Phase ist der Einsatz von Cloud Computing noch beschränkt auf einen kleinen Teil des IS-Portfolios. Die *Institutionalisierungs-Phase* beginnt erst, wenn Cloud Computing in den Arbeitsalltag der Organisation aufgenommen wird und entweder seine Nützlichkeit nachgewiesen oder die Erwartungen enttäuscht hat (Swanson und Ramiller 2004). Der *umfassende Einsatz* von Cloud Computing schließt ein, dass der Akteur Cloud Computing als wesentlichen Bestandteil des IS-Portfolio aufgenommen hat. *Einstellung* von Cloud Computing ist definiert als Stufe, in der der Akteur nicht mehr auf Cloud Computing setzt, nachdem er zu einem vorherigen Zeitpunkt Cloud Computing bereits signifikant eingesetzt hat [24]. Auch hierbei ist es möglich, dass der Akteur den Innovationszyklus zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufnimmt.

### 3.3 Ziel: robuste, generalisierbare und prädiktive Erklärungsansätze

In der IS- und Management-Literatur gibt es eine Vielzahl an Meinungen was Theorie ist und was nicht [4, 26, 43]. In der Forschung wird vor allem zwischen Varianz- und Prozess-Theorie unterschieden [32, 37]. Prozess-Theorien, wie der im vorangegangenen Abschnitt eingeführte Cloud Computing Innovationszyklus, versuchen bestimmte Ergebnisse anhand der zeitlichen Abfolge von vorangegangenen Ereignissen zu erklären. Im Cloud Computing Innovationszyklus (siehe Bild 1) ist der umfassende Einsatz von Cloud Computing das Ergebnis der Verständnisk Gewinnungs-, Entscheidungs- und Umsetzungs-Stufen. Eine Prozess-Theorie liefert allerdings keine direkte Erklärung, welche Mechanismen den Fortschritt im Cloud Computing Innovations-Lebenszyklus beeinflussen [33]. Aus Sicht von Mohr (1987), sind die strengen Anforderungen von Prozess-Theorien an die Reihenfolge von Ereignissen der Grund, warum Prozess-Theorien eher ungeeignet sind, Innovation zu erklären, da Innovationsprozesse sich in der Realität unterschiedlicher entwickeln, als in den Modellen vorausgesagt [34].

Im Gegensatz zu Prozess-Theorien, versucht die Varianz-Theorie die Varianz eines Ergebnisses anhand von Einflussfaktoren zu erklären [37]. Die zugrunde liegende Annahme ist, dass ein Ereignis auftreten wird, sobald notwendige und hinreichende Bedingungen gegeben sind [33]. Im Vergleich zu Prozess-Theorien, spielen die zeitlichen Abläufe zwischen den Einflussfaktoren keine Rolle. Da der Entstehungsprozess der organisationalen Innovation stark hinsichtlich der zeitlichen Abfolge von Ereignissen variiert, sollte aus Sicht der Autoren die Varianz-Theorie den geeigneteren Erklärungsmodus liefern, der es ebenso erlaubt Vorhersagen hinsichtlich Cloud Computing Innovation zu machen. Auch die überwiegende Anzahl der IT-Innovations- und Outsourcing-Forschung verwendet den Varianz-Ansatz [18, 28].

Wie Untersuchungen zeigen [22], kann durch Aggregation die Robustheit und Generalisierbarkeit, sowie die prädiktive Aussagekraft eines Erklärungsansatzes erhöht werden. Laut Fichman (2001) kann Aggregation zwei wesentliche Formen annehmen. Einerseits kann innovatives Verhalten über verschiedene Technologien hinweg zusammengefasst werden, beispielsweise wenn die Anzahl an verwendeten Technologien gemessen wird. Andererseits kann innovatives Verhalten vereinfacht als Fortschritt im Innovationsprozess gemessen werden, was aber wenig über die Qualität, mit der der Innovationsprozess durchlaufen wird, aussagt. Aus diesem Grund kann Aggregation auch dazu führen, dass die Klarheit der theoretischen Interpretation der Ergebnisse möglicherweise vermindert wird beispielsweise durch gegenläufige Effekte einiger Faktoren entlang des Innovationsprozesses, durch zu unterschiedliche Eigenschaften von Akteuren oder durch zu unterschiedliche Eigenschaften der aggregierten Cloud-Technologien [22]. Beispielsweise aggregieren Studien zum Thema ‚Lernende Organisation‘ über Innovationsstufen hinweg, weil signifikante Wissensbarrieren in allen Stufen bestehen [24]. Im Gegensatz dazu zeigen einzelne Studien, dass dezentrale und weniger formalisierte Organisationen stärker gewillt sind neue Ideen umzusetzen, dafür aber schlechter bei der Umsetzung dieser Ideen vorankommen [20]. Die Herausforderung, eine generalisierbare, robuste Varianz-Theorie mit hoher prädiktiver Aussagekraft zu entwickeln, besteht vor allem darin, die Gültigkeit der Theorie klar abzugrenzen und damit mögliche Störeffekte zu kontrollieren.

## 4 Literaturanalyse

Während der vorangegangene Abschnitt ein theoretisches Ziel der Cloud Computing Innovationsforschung skizziert hat, soll dieser Abschnitt einerseits auf Basis einer Literaturanalyse einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zum Thema Cloud Computing Innovation geben und andererseits, auf den Ergebnissen aufbauend, zukünftige Schritte skizzieren, wie robuste, generalisierbare und prädiktive Erklärungsansätze entwickelt werden können.

### 4.1 Methode

Unter der Annahme, dass die wichtigsten Beiträge in den am höchsten eingestuften Veröffentlichungsorganen zu finden sind, wurden alle Veröffentlichungsorgane, die besser als C im aktuellen VHB-Ranking (Fassung vom 29. März 2011) eingestuft sind, nach Beiträgen durchsucht, die das Phänomen Cloud Computing Innovation untersuchen. Für die Analyse der relevanten Literatur wurde eine Konzept-Matrix verwendet [42]. Die Studien wurden hinsichtlich der verwendeten Methode (Konzeptionell, Umfrage oder Fall-Studie), des Hauptuntersuchungsgegenstands (Cloud Provider, SaaS Provider und Kunde), sowie der verwendeten Referenz-Theorie untersucht (Transaktionskostentheorie (TKT), Ressourcentheorie (RBV) und andere Referenz-Theorien, die höchstens einmal verwendet wurden).

Studie			Methode			Akteur			Referenz-Theorien		
Jahr	Autoren	Outlet	Konzeptionell	Umfrage	Fall-Studie	Cloud Provider	SaaS Provider	Kunde	TKT	RBV	Andere
2007	Choudhary [15]	JMIS	X				X				
2008	Xin and Levina [45]	ICIS	X					X		X	X
2008	Schwarz et al. [37]	JAIS						X	X	X	X
2009	Benlian [9]	ECIS	X					X	X		
2009	Benlian et al. [10]	WI		X				X	X	X	X
2009	Sursala et al. [38]	JMIS		X			X		X		
2010	Demirkan et al. [17]	JMIS		X			X				
2010	Sursala et al. [39]	JMIS		X			X				X
Total			3	4	0	0	4	4	4	3	4

**Tabelle 1: Stand der Forschung Cloud Computing Innovation**

ECIS: European Conference of Information Systems; ICIS: International Conference of Information Systems; JAIS: Journal of the Association for Information Systems; JMIS: Journal of Management Information Systems; WI: Wirtschaftsinformatik

## 4.2 Ergebnis

Das Ergebnis der Literaturanalyse ist in Tabelle 1 dargestellt. Insgesamt wurden in den Jahren zwischen 2007 und 2011 acht Studien gefunden, die Cloud Computing Innovation untersucht haben. Auffällig ist, dass es bisher in den drei renommiertesten Zeitschriften im Bereich Informationssysteme (Information Systems Research, Management Science, MIS Quarterly) noch keine Veröffentlichung zum Thema Cloud Computing Innovation gibt.

Methodisch gesehen, wird wie in anderen Bereichen auch, hauptsächlich hypothetisch-deduktiv vorgegangen, d.h. auf Basis der Literatur werden Hypothesen entwickelt, die durch eine Umfrage getestet werden. Die konzeptionellen Studien finden sich allesamt in den Anfangszeiten der Cloud Computing Innovationsforschung. Auf qualitative Forschungsmethoden wird in keiner der 8 Studien zurückgegriffen.

Aus Sicht des Wertschöpfungsnetzwerks wird vor allem Verhalten von Akteuren untersucht, die entweder potentielle SaaS Provider oder Kunden von Cloud-basierten Services sind. Warum Akteure Infrastruktur-Dienstleistung im Sinne der Cloud anbieten, wurde hingegen noch nicht untersucht.

Wie in der klassischen Outsourcing-Literatur [18] wird überwiegend die TKT [44] als theoretische Perspektive gewählt, um Cloud Computing Innovation zu erklären, gefolgt von der RBV [7]. Prominente theoretische Perspektiven, die nur von einer Studie verwendet wurden, sind die Diffusionstheorie [36], Institutionentheorie [19], sowie die Agency-Theorie [27].

### 4.3 Diskussion

Ein interessantes Ergebnis der Literaturanalyse ist aus Sicht der Autoren der Schwerpunkt der bisherigen Forschung auf Umfrage-basierter Forschung. Da die qualitative Forschung ihre Stärke vor allem in der Entwicklung von Erklärungsansätzen hat, wären mehr qualitative Ansätze zu erwarten gewesen. Gerade die Annahmen, die die TKT an Entscheidungsverhalten von Organisationen trifft, könnten durch explorative Forschung hinterfragt und mögliche alternative Blickwinkel auf organisationales Verhalten entwickelt werden. Das Framework von Lee (1991), dass interpretive und positivistische Ansätze verknüpft („three levels of understanding“) könnte ein vielversprechender Ansatz sein, der es erlaubt, einerseits durch eine interpretive Studie ein besseres Verständnis von Entscheidungsverhalten zu gewinnen und darauf aufbauend ein Model zu entwickeln, das in einer positivistischen Studie überprüft wird [29].

Neben methodischen Aspekten birgt die Dominanz der TKT als Erklärungsansatz von Cloud Computing Innovation die Gefahr, nur einen Teil des Phänomens zu erklären zu Kosten möglicher alternativer Erklärungen. Abrahamson (1991) moniert, dass das der TKT zu Grunde liegende Entscheidungsmodell nur begrenzt dabei hilft zu erklären ob, wann und wie Organisationen technisch ineffiziente Innovationen einführen oder effiziente Innovationen ablehnen (ein Problem, dass in der Literatur unter dem Pro-Innovation-Bias diskutiert wird) [1]. Erklärungsansätze, die ein anderes Entscheidungsmodell zu Grunde legen, sind etwa die Institutionentheorie oder die darauf basierende Management-Fashion-Theorie [2]. Beide Ansätze nehmen an, dass organisationales Verhalten von sozialen Normen beeinflusst wird. Beispielsweise vermutet die Management-Fashion-Theorie, dass Manager von der Norm rational und fortschrittlich zu handeln beeinflusst sind. Diese Normen führen dazu, dass regelrechte Marktplätze für Technologien entstehen, die über Rhetorik von Trendsettern als besonders fortschrittlich und rational verkauft werden [2].

Die Ergebnisse der Literaturanalyse verdeutlichen, dass die Cloud Computing Innovationsforschung noch ganz am Anfang steht und bisher nur Teilaspekte des Phänomens untersucht worden sind, die kaum Grundlage bieten, fundierte Handlungsempfehlungen für die Verbreitung von Cloud Computing zu entwickeln. Aus diesem Grund schlagen die Autoren die folgende Forschungsagenda vor.

Frage 1:	Welche alternativen Erklärungsansätze sind geeignet Cloud Computing Innovation ganzheitlich und unter Berücksichtigung aller Akteure des Wertschöpfungsnetzwerks zu erklären?
Möglicher Ansatz:	Zur Entwicklung robuster und generalisierbarer Erklärungsansätze könnten qualitative Forschungsmethoden eingesetzt werden, die die Motive der verschiedenen Akteure im Cloud Wertschöpfungsnetzwerk mit einbeziehen.
Frage 2:	Wie werden sich zukünftige Industriestrukturen gestalten?
Möglicher Ansatz:	Die prädiktive Aussagekraft könnte durch den Einsatz von quantitativen Forschungsmethoden untersucht werden. Auf diese Weise könnten fundierte Aussagen über zukünftige Industriestrukturen getätigt werden.
Frage 3:	Welche Handlungsempfehlungen können für die Verbreitung von Cloud Computing gegeben werden?
Möglicher Ansatz:	Auf Basis der identifizierten Mechanismen, die die Verbreitung von Cloud Computing beeinflussen, sollten Handlungsempfehlungen entwickelt werden. Die Wirksamkeit dieser Handlungsempfehlungen sollte auf Basis von Aktionsforschung oder Feldstudien überprüft werden.

**Tabelle 2: Forschungsagenda Cloud Computing Innovation**

## 5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Forschungsagenda zu Cloud Computing Innovation zu entwickeln. Hierfür wurden zunächst die konzeptionellen und theoretischen Grundlagen erarbeitet und anschließend die Ziele der Innovationsforschung diskutiert. Anschließend wurden auf Basis einer systematischen Literaturanalyse, der derzeitige Stand der Forschung analysiert und mögliche weitere Schritte skizziert.

Die durchgeführte Untersuchung macht deutlich, dass die Forschung zum Thema Cloud Computing Innovation aus methodischer und theoretischer Sicht noch ganz am Anfang steht. Einerseits besteht ein Mangel an theoriebildenden Studien, die das Verhalten von Organisationen genauer begründen, und andererseits fehlen alternative Erklärungsansätze zu der auf dem rationalen Entscheidungsmodell basierende TKT. Ziel der Forschung im Bereich Cloud Computing Innovation ist es, robuste und generalisierbare Theoriebeiträge zu leisten, die sich einerseits durch hohe prädiktive Aussagekraft und andererseits durch klare theoretische Interpretationen auszeichnen. Ein Ziel, dass aus Sicht der Autoren nur durch methodische und theoretische Triangulation zu erreichen sein wird.

## 6 Literatur

- [1] Abrahamson, E., (1991): Managerial Fads and Fashions: The Diffusion and Rejection of Innovations. *The Academy of Management Review* 16(3): 586-612.
- [2] Abrahamson, E., (1996): Management Fashion. *The Academy of Management Review* 21(1): 254-285.
- [3] Armbrust, M.; Stoica, I.; Zaharia, M.; Fox, A.; Griffith, R.; Joseph, A. D.; Katz, R.; Konwinski, A.; Lee, G.; Patterson, D.; Rabkin, A., (2010): A View of Cloud Computing. *Communications of the ACM* 53(4): 50.
- [4] Bacharach, S. B., (1989): Organizational Theories: Some Criteria for Evaluation. *The Academy of Management Review* 14(4): 496-515.
- [5] Bala, H.; Venkatesh, V., (2007): Assimilation of Interorganizational Business Process Standards. *Information Systems Research* 18(3): 340-362.
- [6] Barnett, H. G., (1953): *Innovation: The Basis of Cultural Change*. McGraw-Hill, New York, USA.
- [7] Barney, J. B., (1986): Strategic Factor Markets: Expectations, Luck, and Business Strategy. *Management Science* 32(10): 1231-1241.
- [8] Baskerville, R. L.; Myers, M. D., (2009): Fashion Waves in Information Systems Research and Practice. *MIS Quarterly* 33(4): 647-662.
- [9] Benlian, A., (2009): A Transaction Cost Theoretical Analysis of Software-as-a-Service (SaaS)-based Sourcing in SMBs and Enterprises. In: *Proceedings of 17th European Conference on Information Systems*. Verona, Italy.
- [10] Benlian, A.; Hess, T.; Buxmann, P., (2009): Drivers of SaaS-Adoption – An Empirical Study of Different Application Types. *Business & Information Systems Engineering* 1(5): 357-369.
- [11] Böhm, M.; Koleva, G.; Leimeister, S.; Riedl, C.; Krcmar, H., (2010): Towards a Generic Value Network for Cloud Computing. In: Altmann, J., Rana, O.F. (Eds), *Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, Germany, 129-140.
- [12] Böhm, M.; Leimeister, S.; Riedl, C.; Krcmar, H., (2009): Cloud Computing: Outsourcing 2.0 oder ein neues Geschäftsmodell zur Bereitstellung von IT-Ressourcen? *Information Management Consulting* 24(2): 6-14.
- [13] Buyya, R.; Yeo, C. S.; Venugopal, S., (2008): Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities. In: *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*. Dalian, China.
- [14] Carr, N. G., (2003): IT Doesn't Matter. *Harvard Business Review* (5): 1-32.
- [15] Choudhary, Vidyanand, (2007): Comparison of Software Quality Under Perpetual Licensing and Software as a Service. *Journal of Management Information Systems* 24(2): 141-165.
- [16] Clemons, E. K.; Chen, Y., (2011): Making the Decision to Contract for Cloud Services: Managing the Risk of an Extreme Form of IT Outsourcing. In: *Proceedings of the 44th International Conference on System Sciences*. Kauai, Hawaii.

- [17] Demirkan, H.; Cheng, H. K.; Bandyopadhyay, S., (2010): Coordination Strategies in an SaaS Supply Chain. *Journal of Management Information Systems* 26(4): 119-143.
- [18] Dibbern, J.; Goles, T.; Hirschheim, R.; Jayatilaka, B., (2004): Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. *ACM SIGMIS Database* 35 6-102.
- [19] DiMaggio, P. J.; Powell, W. W., (1983): The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review* 48(2): 147-160.
- [20] Downs, G. W.; Mohr, L. B., (1976): Conceptual Issues in the Study of Innovation. *Administrative Science Quarterly* 21(4): 700-714.
- [21] Dunleavy, P.; Margetts, H. Z.; Bastow, S.; Tinkler, J., (2006): New Public Management Is Dead-Long Live Digital-Era Governance. *Journal of Public Administration Research and Theory* 16(3): 467-494.
- [22] Fichman, R. G., (2001): The Role of Aggregation in the Measurement of IT-Related Organizational Innovation. *MIS Quarterly* 25(4): 427-455.
- [23] Fichman, R. G., (2004): Going Beyond the Dominant Paradigm for Information Technology Innovation Research: Emerging Concepts and Methods. *Journal of the Association for Information Systems* 5(8): 314-355.
- [24] Fichman, R. G.; Kemerer, C. F., (1997): The Assimilation of Software Process Innovations: An Organizational Learning Perspective. *Management Science* 43(10): 1345-1363.
- [25] Greengard, S., (2010): Cloud Computing and Developing Nations. *Communications of the ACM* 53(5): 18-20.
- [26] Gregor, S., (2006): The Nature of Theory in Information Systems. *MIS Quarterly* 30(3): 611-642.
- [27] Jensen, M. C.; Meckling, W. H., (1976): Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics* 3(4): 305-360.
- [28] Jeyaraj, A.; Rottman, J. W.; Lacity, M. C., (2006): A Review of the Predictors, Linkages, and Biases in IT Innovation Adoption Research. *Journal of Information Technology* 21(1): 1-23.
- [29] Lee, A., (1991): Integrating Positivist and Interpretive Approaches to Organizational Research. *Organization Science* 2(4): 342-365.
- [30] Lizhe Wang; Jie Tao; Kunze, M.; Castellanos, A. C.; Kramer, D.; Karl, W., (2008): Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience. In: *10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008. HPCC '08*. IEEE, 825-830.
- [31] Markus, M. L.; Robey, D., (1988): Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and Research. *Management Science* 34(5): 583-598.
- [32] Mohr, L. B., (1982): *Explaining Organizational Behavior Facsimile*. Jossey-Bass, San Francisco, USA.
- [33] Mohr, L. B., (1987): Innovation Theory: An Assessment from the Vantage Point of the New Electronic Technology in Organizations. In: Pennings, J.M., Buitendam, A. (Eds.), *New Technology as Organizational Innovation: The Development and Diffusion of Microelectronics*. Ballinger, Cambridge, USA.

- [34] Pierce, J. L.; Delbecq, A. L., (1977): Organization Structure, Individual Attitudes and Innovation. *The Academy of Management Review* 2(1): 27-37.
- [35] Rogers, E. M., (2003): *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press, New York, USA.
- [36] Sabherwal, R.; Robey, D., (1995): Reconciling Variance and Process Strategies for Studying Information System Development. *Information Systems Research* 6(4): 303-327.
- [37] Schwarz, A.; Jayatilaka, B.; Hirschheim, R.; Goles, T., (2009): A Conjoint Approach to Understanding IT Application Services Outsourcing. *Journal of the Association for Information Systems* 10(10): Available at: <http://aisel.aisnet.org/jais/vol10/iss10/1>.
- [38] Susarla, A.; Barua, A.; Whinston, A. B., (2009): A Transaction Cost Perspective of the "Software as a Service" Business Model. *Journal of Management Information Systems* 26 205-240.
- [39] Susarla, A.; Barua, A.; Whinston, A. B., (2010): Multitask Agency, Modular Architecture, and Task Disaggregation in SaaS. *Journal of Management Information Systems* 26(4): 87-118.
- [40] Swanson, E. B.; Ramiller, N. C., (2004): Innovating Mindfully with Information Technology. *MIS Quarterly* 28(4): 553-583.
- [41] Wang, P., (2010): Chasing the Hottest IT: Effects of Information Technology Fashion on Organizations. *MIS Quarterly* 34(1): 63-85.
- [42] Webster, J.; Watson, R. T., (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly* 26(2): xiii-xxiii.
- [43] Whetten, D. A., (1989): What Constitutes a Theoretical Contribution? *The Academy of Management Review* 14(4): 490-495.
- [44] Williamson, O. E., (1981): The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach. *American Journal of Sociology* 87(3): 548-577.
- [45] Xin, M.; Levina, N., (2008): Software-as-a-Service Model: Elaborating Client-side Adoption Factors. In: *Proceedings of the 29th International Conference of Information Systems*. Paris.
- [46] Youseff, L.; Butrico, M.; Da Silva, D., (2008): Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. In: *Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08*. IEEE, 1-10.



# **Telekommunikations- und Internetökonomie**



# Lock-Ins auf Netzeffektmärkten – Ergebnisse einer Simulationsstudie

## **Tobias Draisbach**

Technische Universität Darmstadt,  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik | Software Business & Information Management,  
64289 Darmstadt, E-Mail: draibach@is.tu-darmstadt.de

## **Thomas Widjaja**

Technische Universität Darmstadt,  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik | Software Business & Information Management,  
64289 Darmstadt, E-Mail: widjaja@is.tu-darmstadt.de

## **Peter Buxmann**

Technische Universität Darmstadt,  
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik | Software Business & Information Management,  
64289 Darmstadt, E-Mail: buxmann@is.tu-darmstadt.de

## **Abstract**

Auf Märkten für Netzeffektgüter – wie beispielsweise Software – kommt es häufig zu so genannten Lock-Ins. Die Untersuchung von Zufallsnetzwerken sowie zwei sozialen Online-Netzwerken mithilfe eines agentenbasierten Simulationsprototypen zeigt, dass sowohl die Netzwerktopologie als auch die Netzeffektstärke einen wesentlichen Einfluss auf die Lock-In-Häufigkeit ausüben. Typischerweise steigt die Lock-In-Häufigkeit mit zunehmender Netzeffektstärke und Vermaschung der Netzwerke. In Topologien sozialer Netzwerke trifft dies jedoch nur teilweise zu.

## **1 Einleitung**

In der Softwareindustrie treten aufgrund von Netzeffekten häufig so genannte „winner-takes-all“-Märkte auf, in denen ein Angebot eine dominante Stellung im Markt erreicht. Solche Situationen werden in der Literatur auch als Lock-In bezeichnet. Arthurs klassisches Modell von 1989 wird häufig zur Erklärung solcher Effekte herangezogen; es basiert jedoch auf einigen restriktiven Annahmen. Insbesondere wird davon ausgegangen, dass für die Technologieauswahl eines Anwenders alle weiteren Anwender gleich wichtig sind – von sozialen Netzwerkstrukturen (wie Freundschaften oder Meinungsführern) wird also abstrahiert.

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags werden die Auswirkungen von Netzwerktopologie und unterschiedlichen Netzeffektstärken auf die Gesetzmäßigkeiten von Netzeffektmärkten (in Bezug auf die Lock-In-Häufigkeit) mithilfe eines generischen Simulationsmodells untersucht. Der entwickelte Simulationsprototyp wird zunächst auf Zufallsnetzwerke mit variierenden Parametern angewendet. Aufgrund der aktuellen Relevanz sozialer Online-Netzwerke werden anschließend als Anwendungsbeispiel zwei Topologien solcher Netzwerke analysiert.

Dieser Beitrag ist wie folgt gegliedert: In Abschnitt 2 werden zunächst die theoretischen Grundlagen anhand eines strukturierten Literaturreviews von Top-Publikationen der Wirtschaftsinformatik sowie weiterer verwandter Arbeiten geschildert. Abschnitt 3 stellt anschließend die Forschungsmethodik sowie die Modellierung und die im weiteren Verlauf verwendete Simulationsumgebung dar. In Abschnitt 4 werden die Simulationsergebnisse diskutiert. Der Artikel schließt mit einem Fazit sowie einem Ausblick auf offene Fragestellungen in Abschnitt 5.

## 2 Theoretischer Hintergrund und verwandte Literatur

Hängt der Nutzen einer Technologie für einen potentiellen Anwender davon ab, wie viele andere Anwender die Technologie ebenfalls nutzen, wird dies als Netzeffekt bezeichnet.[16, 22] Neben dem Nutzen, der von der Anzahl der Anwender abhängig ist – dem Netzeffektnutzen – stiften Technologien oftmals auch einen vom Adoptionsfortschritt unabhängigen Basisnutzen. In Märkten, auf denen Netzeffektnutzen einen substantziellen Anteil am Gesamtnutzen ausmachen, kann es zu einem sogenannten Lock-In kommen.[29] Lock-Ins bezeichnen Situationen, in denen Anwender aufgrund hoher Wechsel- [24] oder Suchkosten [46] nicht von einer Technologie auf eine andere wechseln, da die Kosten den Nutzen des Wechsels übersteigen.[32]

Arthur [4] illustriert dieses Phänomen in seinem Modell anhand unterschiedlicher Anwender, die als zwei Agententypen (R und S) modelliert werden. Diese Agenten treten dem Markt in zufälliger Reihenfolge bei und entscheiden sich (irreversibel) für die Adoption einer der beiden Technologien A oder B. Jeder der beiden Agententypen hat dabei eine natürliche Präferenz für jeweils eine der beiden Technologien (R-Agenten für Technologie A und S-Agenten für Technologie B); die Technologien stiften den beiden Agententypen also unterschiedlich hohen Basisnutzen ( $a_R, a_S, b_R, b_S$ ). Die Entscheidung der Agenten für eine Technologie ist jedoch nicht ausschließlich von dieser Präferenz (also dem Basisnutzen) abhängig. Sie wird zusätzlich durch die Anzahl der Anwender ( $n_A, n_B$ ) der beiden Technologien beeinflusst. Der Netzeffektnutzen der Technologien variiert in Abhängigkeit von der jeweiligen Anzahl der Anwender der Technologien sowie des Agententypen, die unterschiedliche Parameter für ihre persönlichen Netzeffekte aufweisen ( $r, s$ ). Die Nutzenfunktionen der beiden Agententypen R und S für die Technologien A und B lauten:

	A	B	
R	$a_R + r * n_A$	$b_R + r * n_B$	$a_R, a_S, b_R, b_S$ Basisnutzen von Technologie A / B für Agententyp R / S
S	$a_S + s * n_A$	$b_S + s * n_B$	$r, s$ Netzeffekt für R- / S-Agenten
mit $a_R > b_R$ und $a_S < b_S$			$n_A, n_B$ Anzahl Nutzer Technologie A / B

**Bild 1:** Nutzenfunktionen der Agenten nach Arthur (1989)

Im Adoptionsverlauf können Situationen auftreten, in denen der Basisnutzennachteil einer ursprünglich von einem Agententyp nicht präferierten Technologie durch ihren Netzeffektnutzenvorteil überkompensiert wird. Im klassischen Modell von Arthur lässt sich zeigen, dass sich alle Agenten eines Typs entgegen ihrer eigentlichen Präferenz entscheiden, sobald ein Agent dieses Typs dies getan hat – also alle zukünftigen Agenten die gleiche Technologie wählen. In diesem Fall spricht Arthur von einem Lock-In des Marktes in eine Technologie. Durch einen frühen (und ggf. zufälligen) Vorsprung an Anwendern kann so eine (ggf. inferiore) Technologie einen Markt dominieren – zudem festigt sich dieser „Vorsprung“ durch jeden weiteren hinzukommenden Anwender.[7]

Um herauszufinden inwieweit die Thematik des Lock-In in der Wirtschaftsinformatik bisher behandelt wurde, führten wir zunächst eine strukturierte Literaturrecherche<sup>1</sup> durch, bei der 39 Beiträge identifiziert wurden. Nach einer ersten Durchsicht stellten sich davon 21 Beiträge als thematisch relevant heraus (vgl. Tabelle 1).

<i>Beitrag</i>	<i>Domäne</i>	<i>Perspektive Lock-In</i>	<i> [#]</i>
Águila-Obra et al. (2007)	Personalisierung durch Web-Content-Aggregatoren	Kunde und Partner	[1]
Arthur (1996)	„Increasing returns“ in der IT-Branche	Markt	[5]
Becker et al. (2009)	Auswirkungen Service-orientierter Architekturen	/	[6]
Buxmann et al. (2005)	Nutzung von EDI / XML-EDI	Markt	[10]
Chen & Hitt (2002)	Switching Costs bei Online-Brokern	Kunde	[11]
Chung & Beamish (2010)	Besitzverschiebung in Joint Ventures	eigenes Unternehmen	[13]
Clemons et al. (2002)	Lock-Ins in der Musikindustrie	Künstler	[14]
Fitzpatrick & Lueck (2010)	Kompatibilität von Software-Datenformaten	/	[17]
Gepfert (1968)	Entscheidungen in der Logistik	eigenes Unternehmen	[18]
Grover & Ramanlal (1999)	Lockvogel-Angebote in der IT-Branche	Kunde	[19]
Harrison & Datta (2007)	Kognitiver Lock-In aufgrund von Software-Features	Kunde	[20]
Kauffman & Lally (1994)	Kundenschnittstellen am Beispiel von Geldautomaten	Kunde	[23]
Lin et al. (2010)	Lock-In- Erklärung durch Verweildauer auf Webseiten	Kunde	[30]
McCardle et al. (2004)	Frühbucherrabatte im Handel	Kunde	[31]
Nunes & Dréze (2006)	Kundenbindung durch Bonusprogramme	Kunde	[33]
Parker & van Alstyne (2005)	Zweiseitige Märkte für Informationsgüter	/	[36]
Rangan & Adner (2001)	Strategien für die Internetindustrie	Kunde	[37]
Reinartz & Ulaga (2008)	Ausweitung von Produkt- auf Dienstleistungsgewerbe	Kunde	[38]
Su (2008)	Kognitiver Lock-In beim Internetshopping	Kunde	[39]
Weitzel & König (2003)	ACE als Forschungsmethode auf Netzwerkmärkten	Markt	[41]
Zhou & Zhu (2006)	Lock-In-Strategien für Plattformanbieter	Kunde	[47]

**Tabelle 1: Top-Veröffentlichungen zum Thema "Lock-In"**

Der Großteil (zwei Drittel) dieser Beiträge behandelt Lock-Ins in der IKT-Branche – vereinzelt gehen die Arbeiten jedoch auch auf die Bereiche Handel, Dienstleistungsgewerbe und Musikindustrie ein. Außerdem behandeln zwei Beiträge die Bereiche Logistik und Besitzverschiebung

<sup>1</sup> Folgende Publikationsorgane der Wirtschaftsinformatik wurden durchsucht: Kategorie-A-Zeitschriften (Top-23) der WI-Journalliste 2008 des WKWI [45], Top-25 des MIS Journal Rankings der AIS [2] sowie Tagungsbände der European Conference on Information Systems (ECIS) und International Conference on Information Systems (ICIS). Gesucht wurde nach: „Lock-In“ in Titel, Zusammenfassung oder Keywords.

in Joint Ventures.[13, 18] Diese beiden Beiträge analysieren Lock-In-Effekte auf das betrachtete Unternehmen bezogen – es wird argumentiert, dass Unternehmen sich selbst durch Entscheidungen bzw. Besitzverschiebungen in eine Lock-In-Situation begeben. Lock-In-Effekte werden auch aus weiteren Blickwinkeln betrachtet; drei Beiträge [5, 10, 41] sprechen von einem Lock-In des Marktes (in eine Technologie), wie es auch in [4] betrachtet wird. Ein Beitrag [14] beschreibt den Lock-In eines Künstlers an eine Plattenfirma. In weiteren drei Beiträgen [6, 17, 36] wird nicht spezifiziert, worauf sich der Lock-In bezieht. Ansonsten wird der Lock-In-Effekt im Großteil der Beiträge auf den Kunden bezogen. [20] und [39] fokussieren auf den kognitiven Lock-In, d. h. ein Lock-In, der durch Gewohnheit und Vertrautheit des Kunden mit einem Angebot ausgelöst wird.

In den meisten dieser Beiträge wird der Begriff Lock-In lediglich verwendet, um einen Zustand zu beschreiben ohne auszuführen, was darunter zu verstehen ist bzw. unter welchen Bedingungen ein Lock-In auftritt. [47] ist der einzige Beitrag, der den Lock-In im Rahmen eines formalen Modells abbildet. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Plattformanbieter in einem zweiperiodigen Modell in der Lage ist, durch die Schaffung von Inkompatibilität eine Lock-In-Situation der Kunden herbeizuführen. Mit Hilfe dieses Modells wird untersucht, wie sich der Wettbewerb zwischen einer Open-Source-Plattform und einer proprietären Plattform sowie zwischen zwei proprietären Plattformen entwickelt.

Ein Hauptergebnis der strukturierten Literaturrecherche im Bereich Wirtschaftsinformatik ist, dass in den untersuchten Publikationen kaum Erkenntnisse in Bezug auf die Forschungsfrage, d. h. wie sich Netzwerktopologie und Netzeffektstärke auf die Lock-In-Häufigkeit auswirken, vorliegen. Da der Großteil der betrachteten Beiträge auf den Aussagen aus [4] aufbaut, wurde im Anschluss ausgehend von [4] eine Vorwärtssuche durchgeführt, um Beiträge aus weiteren Publikationsorganen und anderen Bereichen zu identifizieren, die sich mit der Thematik beschäftigen. Die so zusätzlich identifizierten sieben Beiträge lassen sich in drei Forschungsansätze (empirisch, analytisch und simulativ) gliedern:

*Empirischer Ansatz:* [15] präsentiert die Ergebnisse einer empirischen Studie zu Produkteinführungen im Bereich von Anwendungssoftware, um die Bedeutung von Produktqualität (interpretiert als Basisnutzen) und installierter Basis (interpretiert als Netzeffektnutzen) zu untersuchen. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die Produktqualität einen signifikanten, positiven Einfluss auf die Verbreitung aufweist. Die Abhängigkeit zwischen Verbreitung und Produktqualität wird jedoch nicht geklärt.

*Analytischer Ansatz:* [12] stellt ein dynamisches Modell zur Beschreibung des Wettbewerbs zwischen zwei proprietären Netzwerken vor. Mit Hilfe analytischer und numerischer Methoden diskutiert er die Eigenschaften des sich ergebenden Gleichgewichts. [8] gibt einen Überblick über unterschiedliche vorhandene Modelle zur Technologieadoption. [47], der als einziger Beitrag aus der strukturierten Literaturrecherche der Top-Veröffentlichungen den Lock-In-Effekt methodisch aufgreift, ist ebenfalls in diesem Forschungsansatz einzuordnen.

*Simulativer Ansatz:* Es existiert bereits eine Vielzahl von Arbeiten, die die Fragestellung von Technologieadoption und Lock-In-Effekten simulativ untersuchen. [21] zeigt anhand des Beispiels von zwei konkurrierenden Online-Services, wie sich die Adoption eines neuen Services entwickelt, wenn die Kunden ihre Nutzung auf beide Services aufteilen können. Dabei wird untersucht, wie sich Komplementarität auf die zu erreichenden Marktanteile des neuen Services auswirkt. [27] stellt eine Erweiterung des Arthur-Modells auf drei interagierende Einheiten in einem Kommunikationsnetzwerk am Beispiel der Beziehung zwischen Universitäten, Industrie und Regierung dar.

Dem Vorschlag aus [41] folgend, verfolgt auch der vorliegende Beitrag einen simulativen Ansatz. Daher werden an dieser Stelle die beiden thematisch und methodisch am engsten verwandten Beiträge (d. h. [12] und [28]) detaillierter vorgestellt, um den vorliegenden Beitrag einzuordnen und abzugrenzen. [12] untersucht die Adoption einer Innovation in praxisrelevanten Netzwerkstrukturen. Dazu wird die Diffusion in der Startphase einer Innovation analysiert, um festzustellen unter welchen Voraussetzungen Innovationen sich am Markt durchsetzen können. Die Betrachtung erfolgt jedoch ohne die Berücksichtigung von Konkurrenz – eine Erweiterung, die wir in der vorliegenden Arbeit vornehmen. [28] orientiert sich ebenfalls stark am Modell von Arthur. Es fokussiert allerdings darauf, wie durch dynamische Variation der Parameter während der Simulation Lock-In-Situationen verhindert oder nach Entstehen wieder aufgelöst werden können (sog. „Lock-Outs“).

Keine der in der Literaturrecherche identifizierten Arbeiten untersucht den Einfluss der Netzwerktopologie und der Netzeffektstärke auf die Lock-In-Häufigkeit unter Berücksichtigung von Wettbewerb. Daher werden wir im vorliegenden Beitrag die Adoption von zwei konkurrierenden Technologien durch zwei unterschiedliche Agententypen in a) vollvermaschten, b) teilvermaschten Zufallsnetzwerken und c) zwei sozialen Netzwerken simulieren und analysieren.

### 3 Modellierung und Ablauf der Simulationsexperimente

Das klassische Modell von Arthur basiert auf der Annahme, dass für die Technologiewahl eines Agenten die Entscheidungen aller Agenten einbezogen werden, die bereits eine der beiden Technologien adoptiert haben ( $n_A, n_B$ ). Übertragen auf eine Netzwerktopologie liegt also ein vollvermaschtes Netzwerk zugrunde, in dem jeder Agent mit jedem anderen verbunden ist. Um die Untersuchung des Lock-In-Effekts auf andere Netzwerktopologien zu übertragen, ist daher die Entscheidungsfunktion der Agenten anzupassen. Bild 2 zeigt die modifizierten Nutzenfunktionen von R- und S-Agenten für die Technologien A und B. Die Basisnutzenwerte ( $a_R, a_S, b_R, b_S$ ) bleiben durch die Modifikation unberührt – ebenso die Netzeffekte ( $r, s$ ). Die Unterscheidung zum klassischen Modell liegt in der Menge der Agenten, deren Entscheidung für eine Technologie bei der eigenen Technologiewahl eines Agenten berücksichtigt werden sollen. Dazu wird der Faktor  $n_A$  bzw.  $n_B$  des klassischen Modells durch die Summe aller Agenten ersetzt, die sich in Nachbarschaftsrelation zum betrachteten Agenten  $j$  befinden ( $N(j)$ ) und sich bereits für eine Technologie entschieden haben (modelliert als Binärvariablen  $t_{A,i}, t_{B,i}$ ).

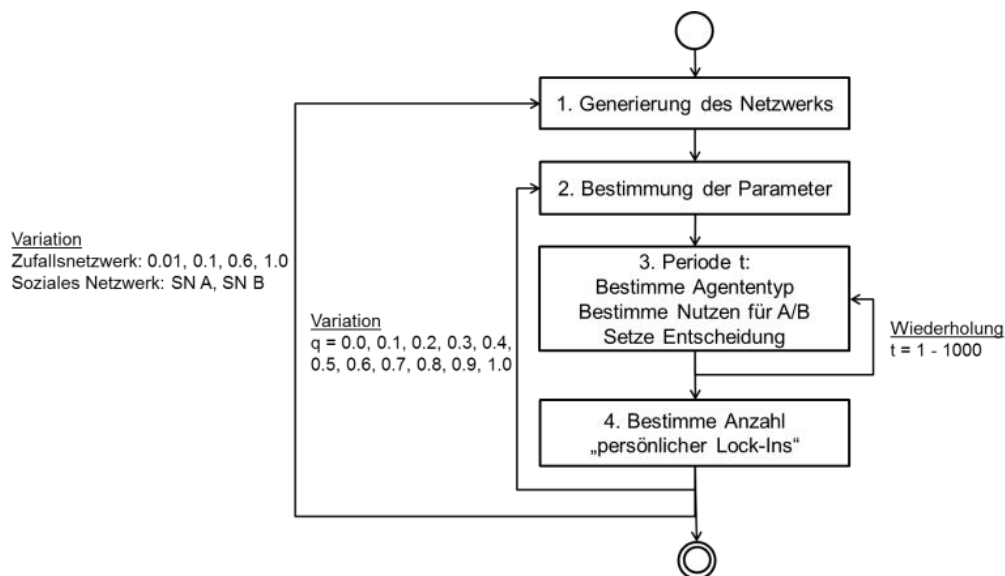
	A	B		
<b>R</b>	$a_R + r * \sum_{i \in N(j)} t_{A,i}$	$b_R + r * \sum_{i \in N(j)} t_{B,i}$	$a_R, a_S, b_R, b_S$	Basisnutzen von Technologie A / B für Agententyp R / S
<b>S</b>	$a_S + s * \sum_{i \in N(j)} t_{A,i}$	$b_S + s * \sum_{i \in N(j)} t_{B,i}$	$r, s$	Netzeffekt für R- / S-Agenten
			$t_{A,i} \cdot t_{B,i}$	Entscheidung von Agent i für Technologie A oder B (binär)
			$N(j)$	Menge der Nachbarn von Agent j

mit  $a_R > b_R$  und  $a_S < b_S$

**Bild 2:** Modifizierte Nutzenfunktionen der Agenten

Der vorliegende Beitrag ist zwar in Bezug auf den Untersuchungsgegenstand eng an das Modell von Arthur angelegt, die verfolgte Fragestellung unterscheidet sich jedoch deutlich. Während die Grundaussage in [4] lautet, dass es bei positiven Netzeffekten immer zu einem Lock-In kommt

(wenn genügend Agenten dem Markt beitreten), werden hier Simulationsexperimente durchgeführt, um festzustellen, wie häufig ein Lock-In unter variierenden Einflussfaktoren bei einer festen Anzahl an Agenten auftritt. Da dem Arthur-Modell ein vollvermaschtes Netzwerk zugrunde liegt, tritt eine Lock-In-Situation immer dann auf, sobald ein Agent sich entgegen seiner natürlichen Präferenz (in Bezug auf den Basisnutzen) entscheidet – alle folgenden Agenten dieses Typs werden sich dieser Entscheidung anschließen, da der Netzeffektnutzen der Technologie durch jeden weiteren Agenten wächst und sich der Nutzenvorsprung der Technologie somit stets vergrößert. Untersucht man jedoch andere Netzwerktopologien, so steht nicht jeder Agent mit allen anderen in Verbindung und es kann – z. B. in Cliquen, wie sie sich in sozialen Netzwerken häufig bilden – zu „lokalen Lock-Ins“ kommen, die sich jedoch nicht im gesamten Netzwerk durchsetzen, weil bspw. eine Clique kaum mit dem Rest des Netzwerk verbunden ist. Daher kann man in nicht vollvermaschten Netzwerken nicht von irreversiblen „globalen Lock-Ins“ im Sinne von Arthur sprechen. Im Rahmen der strukturierten Literaturrecherche hat sich bereits gezeigt, dass Lock-In-Situationen aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Im vorliegenden Beitrag wird von einem „persönlichen Lock-In“ gesprochen, wenn sich ein Agent entgegen seiner natürlichen Präferenz entscheidet – im klassischen Modell also eine Lock-In-Situation des gesamten Marktes einleiten würde. Die Anzahl der Agenten, die sich entgegen ihrer natürlichen Präferenz entscheiden (also einem „persönlichen Lock-In“ erliegen), kann als Intensität des Lock-Ins im gesamten Netzwerk interpretiert werden. Im folgenden Abschnitt werden wir diese Intensität des Lock-Ins in unterschiedlichen Netzwerktopologien unter variablen Netzeffektstärken anhand einer Serie von Simulationsexperimenten (vgl. Bild 3) untersuchen.



**Bild 3:** Ablauf der Simulationsexperimente

Zunächst werden die Netzwerke mit unterschiedlichen Topologien – vollvermaschtes Netzwerk (Vermaschungsgrad 100%), teilvermaschtes Netzwerk sowie zwei Topologien sozialer Netzwerke (vgl. Algorithmus nach [26]) – jeweils mit 1000 Knoten generiert (Schritt 1). Anschließend werden die Parameter (vgl. Tabelle 2) für die zwei Agententypen so gesetzt, dass sich systematisch Instanzen mit variierenden Netzeffektstärken ergeben (Schritt 2). Um unterschiedliche Netzeffektstärken im Rahmen unserer Simulation zu repräsentieren, verwenden wir folgenden Netzeffektfaktor, der die Bedeutung des Basisnutzens in Relation zum Netzeffektnutzen setzt (vgl. dazu auch [9, 42, 44]):



$$q = \frac{a_R - b_R}{\bar{p} * n * r} = \frac{b_S - a_S}{\bar{p} * n * s} \quad (1)$$

Wie auch in [4] werden symmetrische Nutzenwerte für beide Agententypen angenommen, weshalb der Netzeffektfaktor sowohl über die Nutzenwerte der R- als auch der S-Agenten berechnet werden kann (vgl. Gleichung (1)). Die Parameter  $a_R, b_R, a_S, b_S, r$  und  $s$  entsprechen den bereits geschilderten Werten für Basisnutzen und Netzeffekte.  $n$  steht für die Anzahl der Agenten.  $\bar{p}$  beschreibt den durchschnittlichen Vermaschungsgrad im Netzwerk – also das prozentuale Verhältnis vorhandener Verbindungen zur maximal möglichen Anzahl an Verbindungen im Gesamtnetzwerk. Die Werte für die Parameter werden so gewählt, dass der Faktor  $q$  Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann, wobei ein Wert nahe 0 starke und ein Wert nahe 1 schwache Netzeffekte beschreibt. Der Parameter  $q$  lässt sich interpretieren als der prozentuale Anteil an Nachbarn eines Agenten, die sich für eine Technologie entschieden haben müssen, damit der betrachtete Agent sich entgegen seiner natürlichen Präferenz ebenfalls für diese Technologie entscheidet.

Parameter	bei Zufallsnetzwerken	bei sozialen Netzwerken
Anzahl Agenten ( $n$ )	1000	1000
Verteilung R / S	50% / 50%	50% / 50%
Anzahl Wiederholungen	100	100
$\bar{p}$	variabel (0.01, 0.1, 0.6, 1.0)	durch das generierte Netzwerk bestimmt
$q$	variabel von 0.0 bis 1.0 in 0.1er-Schritten	variabel von 0.0 bis 1.0 in 0.1er-Schritten
$r = s$	100	100
$b_R = a_S$	0 <sup>2</sup>	0
$a_R = b_S$	in Abhängigkeit von $q$ bestimmt	in Abhängigkeit von $q$ bestimmt

**Tabelle 2: Parameterbeschreibung für die Simulationsexperimente**

Im dritten Schritt wird die Simulation durchgeführt, indem für jeden Agenten zwei Eigenschaften bestimmt werden: a) Zunächst wird der Typ des Agenten zufällig ausgewählt (hierbei sind beide Typen gleichwahrscheinlich) und b) anschließend wird dem Agenten ein Knoten im Netzwerk zugewiesen (einer Gleichverteilung über die noch nicht besetzten Knoten des Netzwerks folgend). Der Agent berechnet die jeweiligen Nutzenwerte für die beiden Technologien und entscheidet sich (irreversibel) für die Technologie mit dem höheren Gesamtnutzen. Nachdem dies für alle 1000 Agenten durchgeführt wurde, wird in Schritt 4 die Anzahl der „persönlichen Lock-Ins“ bestimmt. Für jede Kombination von Netzwerktopologie und  $q$ -Wert werden insgesamt 100 Simulationsläufe durchgeführt. Insgesamt wurden also 6 (Netzwerktopologien) \* 11 ( $q$  – Werte) \* 100 = 6600 Simulationsläufe mit jeweils 1000 Agenten durchgeführt.

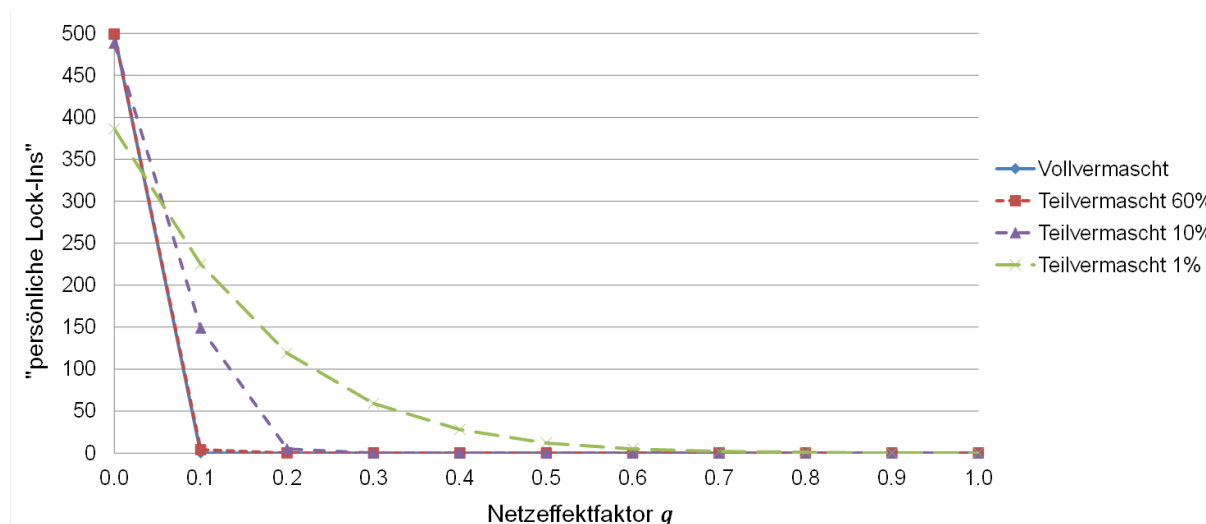
## 4 Ergebnisse der Simulationsstudie

Als Maß für die Lock-In-Häufigkeit wird in den folgenden Diagrammen auf der Ordinate die Anzahl „persönlicher Lock-Ins“ dargestellt – also die Zahl der Agenten, die sich entgegen ihrer natürlichen Präferenz entscheiden (und somit im klassischen Modell von Arthur einen Lock-In einleiten würden). Auf der Abszisse der Diagramme wird der angepasste Netzeffektfaktor  $q$  abgetragen. Die Schaubilder zeigen jeweils die Durchschnittswerte von 100 Simulationsläufen für jede Parameterkonstellation.

<sup>2</sup> Hinweis: Diese Parameter können als Null angenommen werden, da bei der Entscheidungsfunktion der Agenten lediglich die Differenz der beiden Basisnutzenparameter berücksichtigt wird (vgl. Bild 2).

#### 4.1 Zufallsnetzwerke mit variierendem Vermaschungsgrad

Um den Einfluss des Vermaschungsgrads (als Teil der Topologie) auf die Lock-In-Häufigkeit in Zufallsnetzwerken zu analysieren, untersuchen wir in Anlehnung an Arthurs Modell zunächst ein vollvermaschtes Netzwerk und vergleichen diese Ergebnisse mit Simulationen auf Basis von Zufallsnetzwerken mit den Vermaschungsgraden 60%, 10% und 1% (vgl. Bild 4).



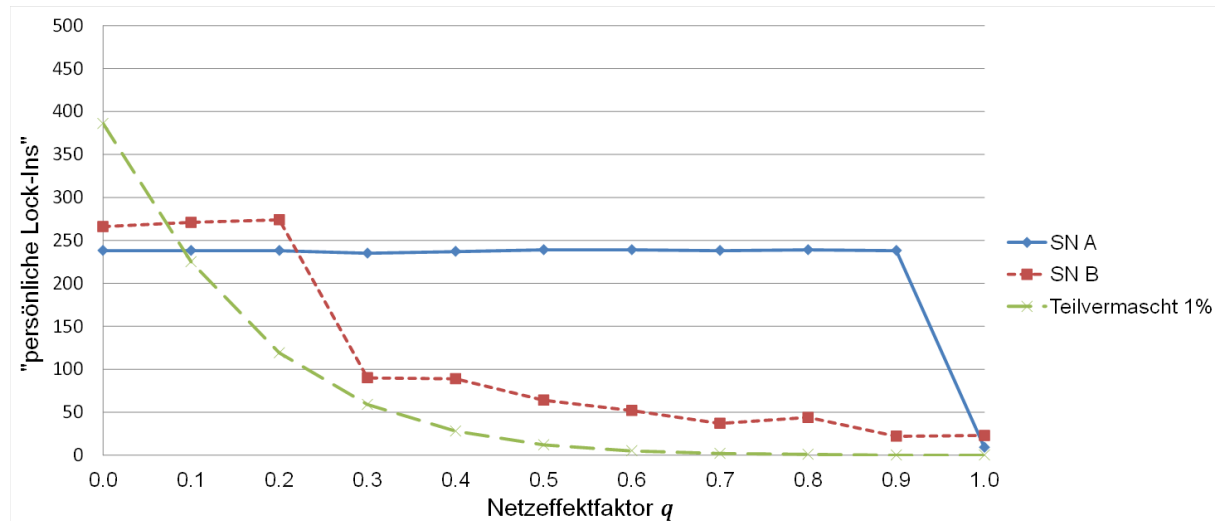
**Bild 4:** Lock-Ins in Zufallsnetzwerken mit variierendem Vermaschungsgrad

Zunächst wird deutlich, dass sich der Kurvenverlauf für das vollvermaschte Netzwerk kaum von dem des Zufallsnetzwerk mit einem Vermaschungsgrad von 60% unterscheidet. Beide Netzwerke weisen bei starken Netzeffekten ( $q$  nahe 0) eine sehr hohe Anzahl „persönlicher Lock-Ins“ auf. Bei sinkender Netzeffektstärke verschwinden die „persönlichen Lock-Ins“ vollständig (bei 100% Vermaschung bereits ab  $q = 0.1$ , bei 60% Vermaschung ab  $q = 0.2$ ). Die Kurven für Vermaschungsgrade von 10% und 1% verlaufen insgesamt flacher und weisen auch bei schwächeren Netzeffekten (größeren  $q$ -Werten) noch geringe Zahlen „persönlicher Lock-Ins“ auf. Das Maximum „persönlicher Lock-Ins“ bei starken Netzeffekten ( $q$  nahe 0) nimmt mit sinkendem Vermaschungsgrad in den Zufallsnetzwerken ab (vgl. y-Achsen-Schnitt). Dieser Effekt ist durch schwach vernetzte Agenten zu erklären, die nur spärlich mit dem Rest des Netzwerks verbunden sind. Da sich nur wenige Agenten in ihrer Nachbarschaft befinden, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass sie in ihrer Entscheidung beeinflusst werden und damit möglicherweise einem „persönlichen Lock-In“ erliegen.

#### 4.2 Praktischer Anwendungsfall: Soziale Online-Netzwerke

Da in der Realität anzutreffende Netzwerke sich häufig von der Struktur der Zufallsnetze unterscheiden [3], werden in diesem Abschnitt exemplarisch zwei soziale Online-Netzwerke untersucht, um den Einfluss der Netzwerktopologie auf die Lock-In Häufigkeit aufzuzeigen und zu diskutieren. Es existieren unterschiedliche Ansätze zur Generierung sozialer Netzwerke (z. B. [40]), deren Übereinstimmung mit real existierenden Strukturen teils empirisch nachgewiesen wurde (vgl. [26, 34, 35]). Aufgrund des hohen Aktualitätsgrades sozialer Online-Netzwerke verwenden wir an dieser Stelle den Netzwerk-Generierungsalgorithmus aus [26].

Dieser ermöglicht die Konstruktion der Topologien der beiden sozialen Online-Netzwerke<sup>3</sup> Yahoo 360 (im Folgenden SN A) und Flickr (im Folgenden SN B). In [26] wird ein hoher Grad an Übereinstimmung zwischen den generierten Netzwerken und der realen Topologie nachgewiesen. Bild 5 zeigt die Ergebnisse der Simulation auf Basis dieser Topologien.



**Bild 5:** Lock-Ins in den sozialen Netzwerken SN A und SN B

Die Kurve für das teilvermaschte Zufallsnetzwerk mit 1% Vermaschungsgrad dient als Ankerpunkt zu den in Abschnitt 4.1 geschilderten Ergebnissen für Zufallsnetzwerke. Im Vergleich der unterschiedlichen Netzwerktopologien werden deutliche Unterschiede sichtbar. Im Bereich starker Netzeffekte ( $q$  nahe 0) weisen beide sozialen Netzwerke geringere Werte an „persönlichen Lock-Ins“ auf, als bei vergleichbaren Zufallsnetzen (SN A besitzt einen durchschnittlichen Vermaschungsgrad von 0,1% während dieser für SN B bei 0,9% liegt). Dieser Sachverhalt lässt sich durch die Struktur der Netzwerke erklären. Im Vergleich zu (auch sehr schwach vermaschten) Zufallsnetzwerken befinden sich in den betrachteten sozialen Netzwerken sehr viel mehr isolierte Agenten, die keine Verbindung zum Rest des Netzwerks aufweisen (im Durchschnitt 0,05 Agenten im Zufallsnetzwerk mit 1% Vermaschung gegenüber 425 in SN A und 415 in SN B). Daher können diese auch von keinem Nachbarn beeinflusst werden und somit keinem „persönlichen Lock-In“ erliegen. Auch der Verlauf der Kurven über verschiedene Netzeffektstärken ( $q$ -Werte) unterscheidet sich einerseits vom Verlauf der Zufallsnetze, andererseits aber auch im Vergleich der sozialen Topologien untereinander. Die Anzahl „persönlicher Lock-Ins“ für SN A ist im Bereich von  $q = 0.0$  bis  $q = 0.9$  – also sowohl bei sehr starken als auch schwachen Netzeffekten – nahezu gleichbleibend und damit unabhängig vom Netzeffektfaktor. Lediglich für  $q = 1.0$  existiert eine deutlich niedrigere Anzahl „persönlicher Lock-Ins“. Für SN B fällt diese Zahl nach anfänglicher Konstanz bei  $q = 0.3$  stark ab und in der Folge kontinuierlich weiter. Wie bei SN A weist jedoch auch die Struktur von SN B selbst bei  $q = 1.0$  noch „persönliche Lock-Ins“ auf – ein Sachverhalt, der bei Zufallsnetzen nicht aufgetreten ist. Dieser Effekt ist dadurch zu erklären,

<sup>3</sup> Soziale Online-Netzwerke [8] bieten häufig die Möglichkeit, komplementäre Applikationen zu nutzen – dabei interagieren befreundete Anwender des Netzwerks untereinander, wodurch Netzeffekte hervorgerufen werden. Übertragen auf die hier betrachtete Situation stellen die Anwender eines Netzwerks die Agenten des Modells und deren Freundschaftsbeziehungen die Topologie des betrachteten Netzwerks dar. Unterschiedliche komplementäre Applikationen (bspw. Spiele oder private Kommunikationstools), die den gleichen Zweck verfolgen, können als konkurrierende Technologien interpretiert werden. Somit können Adoption und Lock-In-Häufigkeit von konkurrierenden Komplementäranwendungen auch für diesen Anwendungsfall mithilfe des Modells simulativ analysiert werden.

dass einige Agenten durch genau eine Verbindung mit dem Rest des Netzwerks verbunden sind und somit durch die Entscheidung ihres einzigen Nachbarn (und damit 100% der Nachbarn) „umgestimmt“ werden können. Diese Konstellation ist bei den untersuchten sozialen Netzwerken aufgrund ihrer Topologie [26] (stark vermaschte Cliquen sowie lose angebundene Agenten) und ihres – im Vergleich zu den untersuchten Zufallsnetzen – geringen durchschnittlichen Vermaschungsgrades (0,1% für SN A und 0,9% für SN B) häufiger vorzufinden.

In Bezug auf die Netzwerkstruktur werden die Unterschiede sowohl zwischen Zufallsnetzwerken unterschiedlichen Vermaschungsgrads (vgl. Bild 4) als auch im Vergleich verschiedener Topologien mit ähnlichem Vermaschungsgrad deutlich – die Lock-In-Häufigkeit in einem Zufallsnetzwerk mit 1% Vermaschung unterscheidet sich bspw. deutlich von der in SN B (0,9% Vermaschungsgrad). Als Schlussfolgerung kann also festgehalten werden, dass sowohl die Netzwerktopologie als auch die Netzeffektstärke einen starken Einfluss auf die Lock-In-Häufigkeit auf Netzeffektmärkten ausüben.

## 5 Fazit und weitere Forschung

Auf Basis der Simulationsexperimente wird ein Einfluss von Netzwerktopologie und Netzeffektstärke auf die Lock-In-Häufigkeit in Netzwerken gezeigt. Zwischen Zufallsnetzwerken und den untersuchten sozialen Netzwerken besteht ein deutlicher Unterschied. Auch die beiden untersuchten sozialen Topologien weisen (untereinander) strukturelle Differenzen auf.

Die gezeigten Resultate tragen zu einem besseren Verständnis der Adoptionsprozesse konkurrierender Technologien für Forscher, Praktiker und politische Entscheidungsträger bei. Mit der Netzwerktopologie konnte ein Einflussfaktor aufgezeigt werden, der in vielen bisherigen Modellen keine Berücksichtigung findet und in Zukunft einbezogen werden sollte. In der Praxis profitieren Anbieter auf Netzeffektmärkten von den Erkenntnissen, indem sie ihre Strategie (z. B. die Schaffung eines Lock-Ins in einem bereits bedienten Markt oder den Neueintritt in einen Netzeffektmarkt) in Abhängigkeit des zugrunde liegenden Netzwerks anpassen können. Weiterhin sollte dieser Einfluss der Topologie in der Diskussion über die Notwendigkeit der Regulierung von Netzeffektmärkten (vgl. [43]) aufgrund der Gefahr eines Lock-Ins in eine inferiore Technologie berücksichtigt werden, da die Ergebnisse u. a. zeigen, dass es auch bei starken Netzeffekten nicht zwingendermaßen zu hohen Anzahlen „persönlicher Lock-Ins“ kommen muss (vgl. Bild 5). Neben den Erkenntnissen in Bezug auf die Forschungsfrage ist im Rahmen der Simulationsstudie ein modularer, erweiterbarer Simulationsprototyp entwickelt worden, der in Zukunft für weiterführende Analysen verwendet werden kann. Dazu zählt bspw. die Einführung weiterer Agententypen mit komplexerer Präferenzstruktur.

Bisher sind die vorgestellten Ergebnisse auf die ausgewählten Topologien und die betrachtete Netzwerkgröße beschränkt. Gleichzeitig zeigt dieser Beitrag allerdings, dass es notwendig ist, weitere (insbesondere reale) Netzwerktopologien – und damit unterschiedliche Netzeffektmärkte – auf die Gefahr eines Lock-Ins zu untersuchen. Diese Topologien umfassen insbesondere „small-world“ [40] sowie „skalenfreie“ Netzwerke (wie bspw. das Internet [25]). In einem nächsten Schritt gilt es also zunächst Realdaten verschiedener praxisrelevanter Topologien zu sammeln, um die darauf basierenden Märkte analysieren zu können.

## 6 Literatur

- [1] Águila-Obra, ARd; Padilla-Meléndez, A; Serarols-Tarrés, C (2007): Value creation and new intermediaries on Internet. An exploratory analysis of the online news industry and the web content aggregators. *International Journal of Information Management* 27(3):187-199.
- [2] AIS (2011): MIS Journal Rankings. <http://ais.affiniscape.com/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=432>. Abgerufen am 16.09.2011.
- [3] Albert, R; Barabási, A-L (2002): Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics* 74(1):47-97.
- [4] Arthur, WB (1989): Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events. *The Economic Journal* 99(394):116-131.
- [5] Arthur, WB (1996): Increasing Returns and the New World of Business. *Harvard Business Review* 74(4):100-109.
- [6] Becker, A; Buxmann, P; Widjaja, T (2009): Value potential and challenges of service-oriented architectures - A user and vendor perspective. In: ECIS 2009, Verona, Italy.
- [7] Besen, SM; Farrell, J (1994): Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization. *The Journal of Economic Perspectives* 8(2):117-131.
- [8] Boyd, DM; Ellison, NB (2007): Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication* 13(1):210-230.
- [9] Buxmann, P (2002): Strategien von Standardsoftware-Anbietern: Eine Analyse auf der Basis von Netzeffekten. *ZfbF* 54(8):442-459.
- [10] Buxmann, P; Wustner, E; Kunze, S (2005): Will XML/EDI replace traditional EDI? An economic and empirical analysis. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 47(6):413-421.
- [11] Chen, P-Y; Hitt, LM (2002): Measuring Switching Costs and the Determinants of Customer Retention in Internet-Enabled Businesses: A Study of the Online Brokerage Industry. *Information Systems Research* 13(3):255-274.
- [12] Choi, H; Kim, S-H; Lee, J (2010): Role of network structure and network effects in diffusion of innovations. *Industrial Marketing Management* 39(1):170-177.
- [13] Chung, CC; Beamish, PW (2010): The Trap of Continual Ownership Change in International Equity Joint Ventures. *Organization Science* 21(5):995-1015.
- [14] Clemons, EK; Gu, B; Lang, KR (2002): Newly Vulnerable Markets in an Age of Pure Information Products: An Analysis of Online Music and Online News. *Journal of Management Information Systems* 19(3):17-41.
- [15] Etzkowitz, H; Leydesdorff, L (2000): The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy* 29(2):109-123.
- [16] Farrell, J; Saloner, G (1986): Installed Base and Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, and Predation. *The American Economic Review* 76(5):940-955.
- [17] Fitzpatrick, BW; Lueck, J (2010): The Case against Data Lock-in. *communications of the acm* 53(11):42-46.

- [18] Gefpert, AH (1968): Business logistics for better profit performance. *Harvard Business Review* 46(6):75-84.
- [19] Grover, V; Ramanlal, P (1999): Six Myths of Information and Markets: Information Technology Networks, Electronic Commerce, and the Battle for Consumer Surplus. *MIS Quarterly* 23(4):465-495.
- [20] Harrison, MJ; Datta, P (2007): An Empirical Assessment of User Perceptions of Feature versus Application Level Usage. *Communications of the Association for Information Systems* 20:300-321.
- [21] Hwang, W; Oh, J (2009): Adoption of new online services in the presence of network externalities and complementarities. *Electronic Commerce Research and Applications* 8(1):3-15.
- [22] Katz, ML; Shapiro, C (1985): Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review* 75(3):424-440.
- [23] Kauffman, RJ; Lally, L (1994): A Value Platform Analysis Perspective on Customer Access Information Technology. *Decision Sciences* 25(5/6):767-794.
- [24] Klemperer, P (1995): Competition when Consumers have Switching Costs: An Overview with Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International Trade. *The Review of Economic Studies* 62(4):515-539.
- [25] Krioukov, D; Claffy, KC; Fomenkov, M; Chung, F; Vespignani, A; Willinger, W (2007): The Workshop on Internet Topology (WIT) Report. *SIGCOMM CCR* 37(1):69-73.
- [26] Kumar, R; Novak, J; Tomkins, A (2010): Structure and Evolution of Online Social Networks. In: Yu, PSS; Han, J; Faloutsos, C (Hrsg.) *Link Mining: Models, Algorithms, and Applications*. Springer New York, pp 337-357.
- [27] Leydesdorff, L (2000): The triple helix: an evolutionary model of innovations. *Research Policy* 29(2):243-255.
- [28] Leydesdorff, L; Besselaar, PVd (2010): *Competing Technologies: Disturbance, Selection, and the Possibilities of Lock-In*. University of Amsterdam, The Netherlands.
- [29] Liebowitz, SJ; Margolis, SE (1995): Path Dependence, Lock-in, and History. *Journal of Law, Economics & Organization* 11(1):205-226.
- [30] Lin, L; Hu, PJ-H; Sheng, ORL; Lee, J (2010): Is stickiness profitable for electronic retailers? *communications of the acm* 53(3):132-136.
- [31] McCardle, K; Rajaram, K; Tang, CS (2004): Advance Booking Discount Programs Under Retail Competition. *MANAGEMENT SCIENCE* 50(5):701-708.
- [32] Murray, KB; Häubl, G (2007): Explaining Cognitive Lock-In: The Role of Skill-Based Habits of Use in Consumer Choice. *Journal of Consumer Research* 34(1):77-88.
- [33] Nunes, JC; Dréze, X (2006): Your Loyalty Program Is Betraying You. *Harvard Business Review* 84(4):124-131.
- [34] Onnela, J-P; Saramäki, J; Hyvönen, J; Szabó, G; Argollo de Menezes, M; Kaski, K; Barabási, A-L; Kertész, J (2007): Analysis of a large-scale weighted network of one-to-one human communication. *New Journal of Physics* 9(6):179.

- [35] Onnela, J-P; Saramäki, J; Hyvönen, J; Szabó, G; Lazer, D; Kaski, K; Kertész, J; Barabási, A-L (2007): Structure and Tie Strengths in Mobile Communication Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(18):7332-7336.
- [36] Parker, GG; Van Alstyne, MW (2005): Two-Sided Network Effects: A Theory of Information Product Design. *MANAGEMENT SCIENCE* 51(10):1494-1504.
- [37] Rangan, S; Adner, R (2001): Profits and the Internet: Seven Misconceptions. *MIT Sloan Management Review* 42(4):44-53.
- [38] Reinartz, W; Ulaga, W (2008): How to Sell Services More Profitably. *Harvard Business Review* 86(5):90-96.
- [39] Su, BC (2008): Characteristics of consumer search on-line: How much do we search? *International Journal of Electronic Commerce* 13(1):109-129.
- [40] Watts, DJ; Strogatz, SH (1998): Collective dynamics of "small-world" networks. *Nature* 393(6684):440-442.
- [41] Weitzel, T; König, W (2003): Computational economics and the formulation of an interdisciplinary network theory. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 45(5):497-502.
- [42] Widjaja, T (2010): *Standardisierungsentscheidungen in mehrschichtigen Systemen*. Gabler, Wiesbaden.
- [43] Wiedemer, V (2007): *Standardisierung und Koexistenz in Netzeffektmärkten*. In: Engelmann, FC; Erlei, M; Schwalbe, U; Woeckener, B (Hrsg.) *Industrieökonomik*. Lohmar, Köln
- [44] Wiese, H (1990): *Netzeffekte und Kompatibilität*. Poeschel, Stuttgart.
- [45] WKWI (2008): *WI-Journalliste 2008*. [http://www.wim.uni-koeln.de/uploads/media/Orientierungslisten\\_WKWI\\_GIFB5\\_ds41.pdf](http://www.wim.uni-koeln.de/uploads/media/Orientierungslisten_WKWI_GIFB5_ds41.pdf). Abgerufen am 16.09.2011.
- [46] Zauberman, G (2003): The Intertemporal Dynamics of Consumer Lock-In. *Journal of Consumer Research* 30(3):405-419.
- [47] Zhou, ZP; Zhu, K (2006): Platform Battle with Lock-in. In: *ICIS 2006*, Milwaukee, Wisconsin, USA.





# **Web-basierte Erlösmodelle und deren Einflussfaktoren am Beispiel eines Online-Portals**

**Friedrich-L. Holl**

Fachhochschule Brandenburg, Fachbereich Wirtschaft, 14770 Brandenburg,  
E-Mail: holl@fh-brandenburg.de

**Andreas Witt**

Fachhochschule Brandenburg, Fachbereich Wirtschaft, 14770 Brandenburg,  
E-Mail: witt@fh-brandenburg.de

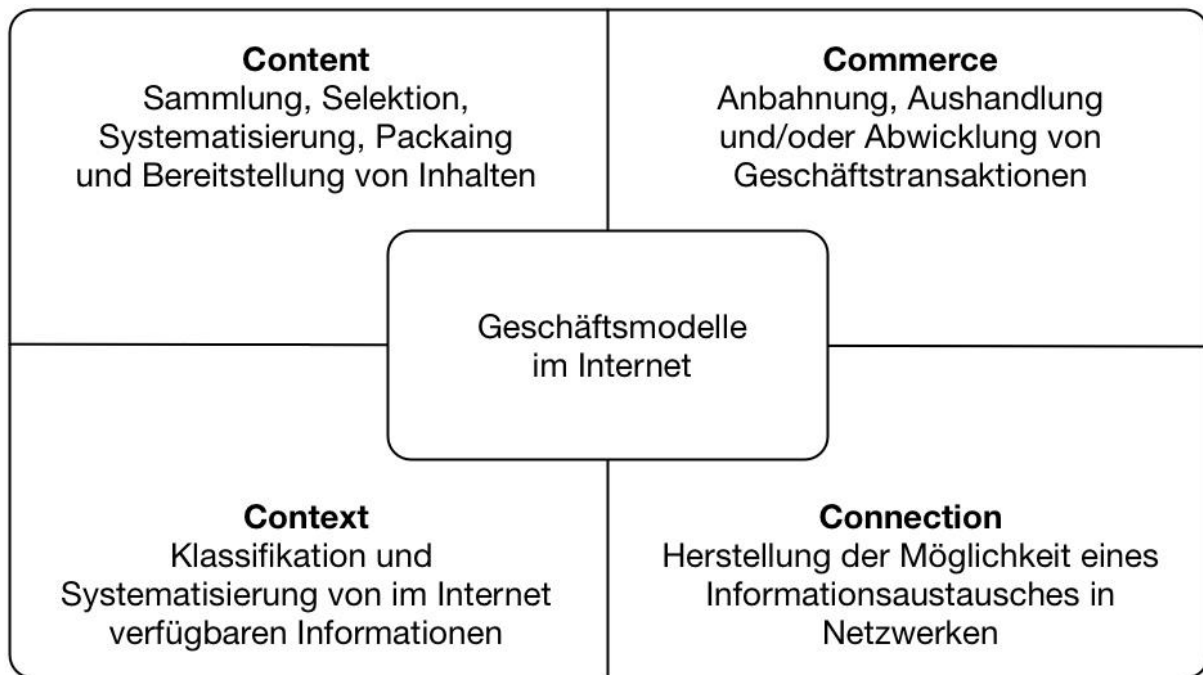
## **Abstract**

Abhängig vom Geschäftsmodell eines Online-Portals stehen dem Betreiber verschiedene Erlösformen zur (Re-)Finanzierung zur Auswahl. Entscheidend für Auswahl sind unter anderem die mögliche Umsatzentwicklung, der Aufwand der Implementierung und vor allem die steuerbaren Einflussfaktoren auf die Umsatzentwicklung. Dabei kann der Betreiber des Portals, abhängig vom Geschäftsmodell, einzelne Faktoren nur bedingt beeinflussen. In vielen Fällen kennt er die jeweiligen Größen nicht. Nachfolgend werden ausgewählte Erlösmodelle am Beispiel eines Online-Portals analysiert und auf Möglichkeiten zur direkten und indirekten Steuerung durch den Portal-Betreiber untersucht.

## **1 Übersicht von Ertrags-/Erlösmodellen im E-Business**

Unter dem Sichtwort Electronic Business (Kurzform: E-Business) werden alle unternehmerischen Tätigkeiten durch Nutzung von Informationstechnologien zur Unterstützung bzw. Realisierung von Geschäftsprozessen zusammengefasst (vgl. [4] S. 32). Daher ist die Betrachtung von (web-basierten) Erlösmodellen im E-Business auch an Geschäftsmodelle geknüpft. Wirtz (vgl. [5] S. 585) entwickelt in seinem 4C-Net-Business-Modell eine Geschäftsmodell-Klassifizierung in Abhängigkeit des jeweiligen Kontextes.

Nach Wirtz lassen sich die Geschäftsmodelle im Internet insofern anhand des Leistungsangebotes eines Unternehmens in vier Segmente, Content, Commerce, Context und Connection einteilen (siehe Bild 1). Dabei wird davon ausgegangen, dass der Leistungserstellungsprozess für Produkte und/oder Dienstleistungen ausschließlich im digitalen Markt erfolgt. Obwohl diese Annahme unserer Ansicht nach nicht auf jedes im Internet agierende Unternehmen zutrifft, ist diese Betrachtungsweise für die hier vorliegenden Rahmenbedingungen dennoch korrekt, weshalb auf die Betrachtung weiterer Geschäftsmodell-Klassifizierungen verzichtet wird.



**Bild 1: Geschäftsmodelle im Internet (vgl. [5] S. 585)**

Neben der Klassifizierung von Geschäftsmodellen ist auch die Einordnung von Erlösmodellen anhand ihrer Eigenschaften von Bedeutung, um Einflussfaktoren als solche identifizieren und bestimmten Ertrags- bzw. Erlösformen zuordnen zu können. Hierfür erweist sich eine Untersuchung von Weber als sehr hilfreich, der die unterschiedlichen Klassifizierungsmodelle von Erlösmodellen verschiedener Autoren<sup>1</sup> gegenübergestellt hat (vgl. [7] S. 51).

Erlösmodellsystematik		
	Direkte Erlösgenerierung	Indirekte Erlösgenerierung
Transaktions-abhängig	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transaktionserlöse</li> <li>- Verbindungsgebühren</li> <li>- Nutzungsgebühren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provisionen</li> </ul>
Transaktions-unabhängig	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einrichtungsgebühren</li> <li>- Grundgebühren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bannerwerbung</li> <li>- Data-Mining-Erlöse</li> <li>- Sponsoring</li> </ul>

**Tabelle 1: Erlösmodellsystematik nach Wirtz (vgl. [4] S. 215)**

Obwohl die Autoren unterschiedliche Faktoren (z.B. Art der Produkte und Dienstleistungen, Rolle der Käufer, Art der Ermittlung der Erlöswerte, etc.) berücksichtigt haben, konnte Weber eine übergeordnete ursprünglich von Wirtz vorgeschlagene Systematisierung nach direkt/indirekt und transaktionsabhängig/transaktionsunabhängig nachweisen (siehe Tabelle 1).

<sup>1</sup> Timmers; Mahadevan; Buchholz; Durbosson, Osterw., Pigneur; Amit, Zott; Zerdick et. al; Skiera, Lambrecht, Barteit, Lamersdorf

## 2 Klassifizierung des untersuchten Online-Portals free-mac-software.com

Anhand der oben vorgestellten Modelle wird das untersuchte Online-Portal free-mac-software.com<sup>2</sup> nach Geschäfts- und Erlösmodellen klassifiziert, um zu ermittelnden Einflussfaktoren dem jeweiligen Modellen zuordnen zu können. Bei dem Online-Portal free-mac-software.com handelt es sich um ein Software-Download-Portal für freie (kostenlose) Mac OS X Software. Auf der Webseite werden entsprechende Programme mit einer textlichen Kurzbeschreibung, Screenshots und Videos vorgestellt (siehe Bild 2). Sofern verfügbar, kann die Software direkt auf der Webseite, im Mac App Store<sup>3</sup> oder über einen Link zur Hersteller-Webseite heruntergeladen werden. Neben den Softwarevorstellungen werden in einem integrierten Wiki Tipps und Tricks zum Umgang mit den vorgestellten Programmen und zu Apple-Computern - allgemeinbeschrieben. Weiterhin werden im Weblog des Portals Neuigkeiten zu allen Entwicklungen bzgl. Apple und Mac veröffentlicht. Dazu gehören unter anderem Artikel zu Produktankündigungen, Vorstellen von Software-Updates, Rezensionen von Büchern, etc. Das gesamte Portal besteht somit aus drei verschiedenen, jedoch integrierten Software-Systemen<sup>4</sup>:

1. Content Management System (webEdition)
2. Weblog-System (WordPress)
3. Wiki-System (PmWiki)

Neben den redaktionell erstellten Inhalten wie Softwarevorstellungen und Artikeln im Weblog sowie den von den Besuchern erstellten Inhalten (User Generated Content<sup>5</sup>) wie Kommentare und Wiki-Beiträge, werden auf dem Online-Portal weitere Inhalte externer Datenquellen eingebunden. Dazu gehören zur Software passende iPhone&iPad Apps aus dem Apple App Store<sup>6</sup> und themenrelevante Bücher von Amazon.

Unter Berücksichtigung des 4C-Net-Business-Modells nach Wirtz lässt sich das Online-Portal free-mac-software.com in die Bereiche Content und Context einordnen. Zum einen konzentriert sich die Plattform auf die Sammlung und das Bereitstellen von Inhalten (Softwarevorstellungen und Artikel im Weblog). Zum anderen auf die Klassifikation und Systematisierung von im Internet verfügbaren Informationen (Externe Datenquellen wie Apple App Store und Amazon, sowie User Generated Content).

Daher wird sich werden sich die weiteren Betrachtungen und Analysen auf diese beiden Bereiche beschränken. Inwieweit eine Abstrahierung der Untersuchungsergebnisse möglich bzw. sinnvoll ist, erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

---


<sup>2</sup> <http://www.free-mac-software.com>. Abgerufen am 02.09.2011

<sup>3</sup> Der Mac App Store ist eine elektronische Plattform von Apple zum Vertrieb von Software für das Betriebssystem Mac OS X: <http://www.apple.com/de/mac/app-store/> Abgerufen am 02.09.2011

<sup>4</sup> Weitere Informationen zur technischen Realisierung des Online-Portals sind für die Untersuchung nicht von Bedeutung

<sup>5</sup> Die Bereitschaft der Nutzer selbst Inhalte für das Web zu schaffen (vgl. [1] S. 14)

<sup>6</sup> Der App Store ist eine elektronische Plattform von Apple zum Vertrieb von Software für die mobilen Endgeräte iPhone, iPad und iPod touch: <http://itunes.apple.com/de/genre/ios/id36?mt=8> Abgerufen am 05.09.2011



Das Portal für freie Mac OS X Software.


**Ugg Australia bei Zalando**  
Nicht nur Boots für Sie und Ihn. Kostenloser Versand in 1-2 Tagen!  
[outlet.Zalando.de/Ugg\\_Boots](http://outlet.Zalando.de/Ugg_Boots)

Google-Anzeigen

GO

**Das Portal für freie Mac OS X Software.**


[| Startseite](#) | [| Blog](#) | [| iStore](#) | [| Software vorschlagen](#)

Follow us on Twitter 

Startseite » Internet und Kommunikation » Pantry

**Übersicht**

**Screenshots**



**Pantry**

Küchen-Inventur mit (iPhone-) Einkaufsliste für Mac OS X

**Über Pantry**

Pantry ist ein Inventur-Programm für die Küche mit dem sich alles verwalten lässt, was ess- und trinkbar ist. Lebensmittel werden unterteilt in Kategorien mit Mengenangabe, Preis und verfügbarer Mindestmenge aufgelistet. Sobald Lebensmittel nicht mehr vorhanden sind, erscheinen Sie auf der Einkaufsliste.

Über einen kostenlosen PantryList.net-Account und/oder der dazugehörigen iPhone App, lässt sich das Küchen-Inventar mit mehreren Familien-Mitgliedern und Geräten synchronisieren.

**Anforderungen**

Pantry benötigt mind. Mac OS X 10.5


Version von Mac OS X ermitteln

**Download Details**

Website: <http://www.thinkfresher.com>


Version: Pantry 1.2.8

DOWNLOAD
1.9 MB



Alle Screenshots anzeigen


**Passende iPhone/iPad Apps**



**Lager**

Küchen-Inventar und Einkaufsliste fürs iPhone

**Literatur-Tipp**



Michael Krimmer

**iPad 2 - Das Internet in Ihren Händen**

EUR 18,00 [Weitere Details](#)

**Werbung**

**Pantry-Küche Top Auswahl**  
an Dekor & Größen, mit/ohne Geräte Jetzt Hier Bequem Online Bestellen!  
[INWERK-Kuechen.de/Pantry-Kueche](http://INWERK-Kuechen.de/Pantry-Kueche)









**Die neue Küchen QUELLE**  
Der aktuelle Küchen-Katalog 2011 - Kostenlos bestellen, Bonus sichern!  
[www.Kuechen-QUELLE.de/](http://www.Kuechen-QUELLE.de/)

**Jetzt wechseln und sparen**  
Lohnabrechnung online für 5,90€ Keine mind.Laufzeit. TÜV-geprüft.  
[www.einfachlohn.de/wechseln](http://www.einfachlohn.de/wechseln)

Google-Anzeigen

**Zum Newsletter** ANMELDEN

**Rubriken**

-  Büro und Organisation
-  Dateisystem und Netzwerk
-  Internet und Kommunikation
-  iPod, iPhone und iTunes
-  Multimedia
-  Spiele
-  Systemerweiterungen
-  Werkzeuge für Entwickler

**Bild 2:** Softwarevorstellung auf free-mac-software.com (eigene Abbildung)

### 3 Ertragsmodelle des Online-Portals free-mac-software.com

Erlösmodelle bestimmen, wie Unternehmen Umsätze generieren, Gewinne erzielen und welche Erlösformen dabei genutzt werden. Wie bereits in Abschnitt 2 beschrieben, sind die Geschäftsmodelle des Online-Portals free-mac-software.com Content und Context zuzuordnen, d.h. das primäre Ziel des Portals ist das kostenfreie Anbieten von Informationen im Bereich Apple Software und untergeordnet auch Hardware. Da auf dem Portal (derzeit) kein Verkauf von Gütern und auch keine Entgelte für dessen Nutzung erhoben werden, sind deshalb nach dem Klassifizierungs-Erlösmodell nach Wirtz nur indirekte Erlösformen möglich.

Die nachfolgenden Informationen hinsichtlich der Erlösmodelle und der erwirtschafteten Umsätze stehen den Autoren zur Verfügung, da sie die Betreiber des als Forschungsplattform dienenden Online-Portals free-mac-software.com sind.

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00046938>

Wie auch bei anderen online-basierten Informationsdiensten (z.B. focus.de, spiegel.de, winload.de, etc.) ist eine der wichtigsten Erlösquellen in allen Bereichen die Vermarktung von Werbeplätzen (vgl. [4] S. 221). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Inhalte im Internet oft als öffentliches Gut betrachtet werden, weshalb eine geringe Zahlungsbereitschaft<sup>7</sup> für das Bezahlen solcher Inhalte berücksichtigt werden muss. Dies wird auch als „Gratismentalität“ bezeichnet (vgl. [1] S. 22). Der Verkauf von Werbeplätzen hat die Einbindung und Anzeige von Bannerwerbung zur Folge und ist somit dem indirekten transaktionsunabhängigen Erlösmodell nach Wirtz zuzuordnen. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn die Abrechnung der Werbeeinblendungen auf Basis von TKP (Tausender Kontakt Preis) erfolgt. Bannerwerbung wird jedoch zunehmend performance-orientiert, z.B. Pay per Click, Pay per Lead oder Pay per Sale, abgerechnet. D.h. es findet nur eine Vergütung statt, wenn auf das Banner geklickt wurde oder zusätzlich durch das Banner eine Aktion (z.B. Newsletter-Anmeldung oder Kauf eines Produktes) stattgefunden hat. Daher muss auch bei der Bannerwerbung zwischen transaktionsabhängiger und transaktionsunabhängiger Werbung unterschieden werden. Beim Online-Portal free-mac-software.com werden alle Werbebanner-Einblendungen performance-orientiert abgerechnet und sind deshalb dem indirekten transaktionsabhängigen Erlösmodell zuzuordnen.

Als weitere Erlösform werden Affiliate-Partnerprogramme von Amazon und iTunes Deutschland genutzt. Dabei werden nicht nur grafische Werbemittel oder Textlinks gesetzt, sondern gezielt Produktinformationen (z.B. Bücher) als zusätzliche Information und damit als Mehrwert in die Webseite integriert (siehe [6]). Diese Erlösform ist gleichfalls dem indirekten transaktionsabhängigen Erlösmodell zuzuordnen.

Als derzeit neueste Erlösform werden so genannte „Sponsored Posts“<sup>8</sup> eingesetzt. Dabei wird dem Betreiber des Online-Portals ein Einmalbetrag für die Veröffentlichung eines Artikels gezahlt. Bei dem Artikel handelt es sich meist um Produktvorstellungen und/oder Gewinnspiele, bei denen Produkte verlost werden. Die Sponsored Posts kommen dabei zum einen durch direkte Kooperationen zwischen Online-Portal-Betreiber und Werbetreibenden, zum anderen indirekt durch Netzwerke, wie beispielsweise ebuzzing<sup>9</sup> zustande. Sponsored Posts gehören zu den indirekten transaktionsunabhängigen Erlösformen.

Zusammenfassend ergeben sich für das Online-Portal free-mac-software.com folgende indirekten, transaktionsabhängigen und transaktionsunabhängigen Erlösformen:

	Direkte Erlösgenerierung	Indirekte Erlösgenerierung
Transaktions- abhängig	- keine	- Provisionen durch Affiliate Marketing - Provisionen durch performance-orientierte Bannerwerbung
Transaktions- unabhängig	- keine	- Sponsoring durch Sponsored Posts

**Tabelle 2: Übersicht Erlösformen von free-mac-software.com (eigene Darstellung)**

<sup>7</sup> Begründet durch die vernachlässigbar geringen Vervielfältigungs- und Distributionskosten (vgl. [4] S. 221)

<sup>8</sup> Ein Sponsored Post, auch als Advertorial, Paid Content und bezahlter Blogeintrag bezeichnet, ist ein bezahlter, redaktionell erstellter Beitrag, welcher durch den Zusatz Sponsored Post als Werbung gekennzeichnet wird.

<sup>9</sup> ebuzzing (ehemals trigami) ist eine Blog-Marketing-Plattform (ähnlich einem Affiliate-Netzwerk) für werbetreibende Unternehmen und Weblog-Betreiber: <http://www.ebuzzing.de/> Abgerufen am 06.09.2011

## 4 Erlösformen und deren Entwicklungen

Im folgenden Abschnitt werden die Entwicklungen verschiedener Erlösformen dargestellt. Aufbauend auf der Ermittlung der Einflussfaktoren wird analysiert, welche dieser Faktoren durch den Online-Portal-Betreiber steuerbar, welche Erlösform übergreifend gelten und welche kaum bzw. gar nicht steuerbar sind.

### 4.1 Erlösform Google AdSense

Google AdSense als einer der bekanntesten und am weitesten verbreiteten Anzeigen-Marktplätze stellt bei vielen Online-Portalen einen zentralen Faktor bei der (Re-)Finanzierung dar. Auch beim untersuchten Online-Portal trägt Google AdSense als performance-orientiertes Erlösmodell mit ca. 80% den größten Anteil am Gesamtumsatz.

Die Formel<sup>10</sup> zur Berechnung der Google AdSense-Einnahmen zeigt dabei, wie dieses Erlösmodell optimal und gewinnbringend gesteuert werden kann. Die Anzahl der Seitenaufrufe, die Höhe der Klickrate und die Kosten pro Klick stellen dabei die entscheidenden Einflussfaktoren dar. Die "Effektive[n] Kosten pro Tausend Besucher (eCPM)" und die Qualität des Content werden von Google als weitere beeinflussende Faktoren genannt. Darüber hinaus gibt es noch eine Reihe weiterer die Einnahmen beeinflussende Rahmenbedingungen. Dazu gehören unter anderem das Thema der Webseite, die Position der Anzeigenblöcke, das Design der Webseite, etc. Bei der nachfolgenden Analyse beschränken wir uns jedoch auf die erst genannten Größen, da zum einen das Thema und das Design der Webseite vorgegeben sind, zum anderen die Positionierung der Werbeblöcke nach den Richtlinien<sup>11</sup> von Google AdSense erfolgt.

Um das Zusammenwirken der Faktoren "Anzahl Seitenaufrufe", Klickrate, "Kosten pro Klick" und "Effektive Kosten pro Tausend Besucher" zu untersuchen, werden die Google Analytics- und Google AdSense-Daten aus den Zeiträumen 01.01.2010 bis 31.07.2010 und 01.01.2011 bis 31.07.2011 gegenübergestellt.

Zeitraum	Seitenaufrufe	Besuche	Eindeutige Besucher	Seiten pro Besuch	Absprungrate	Neue Besucher
01.01.11 bis 31.07.11	4.846.748	1.552.744	787.457	3,12	59%	44%
01.01.10 bis 31.07.10	5.226.523	1.478.667	708.992	3,53	56%	42%

**Tabelle 3: Besucherstatistiken 2010/2011 free-mac-software.com (Quelle: Google Analytics)**

<sup>10</sup> Einnahmen = Anzahl der Seitenaufrufe \* Klickrate \* Kosten pro Klick  
(siehe URL: <http://www.google.com/adsense/support/bin/answer.py?answer=81567> abgerufen am 11.9.2011)

<sup>11</sup> URL: <https://www.google.com/adsense/support/bin/answer.py?answer=43869> Abgerufen am 11.09.2011

Zeitraum	Angezeigte AdSense-Anzeigen	Aufgerufene AdSense-Anzeigen	AdSense-Werbeblöcke pro Besuch	AdSense CTR	AdSense eCPM	AdSense-Umsatz
01.01.11 bis 31.07.11	3.851.327	41.558	2,20	1,69%	\$ 1,56	\$ 3.835
01.01.10 bis 31.07.10	4.220.555	21.609	2,36	0,81%	\$ 1,25	\$ 3.319

**Tabelle 4: AdSense-Statistiken 2010/2011 free-mac-software.com (Quelle: Google AdSense)**

Dabei zeigen die Zahlen aus Tabelle 4, dass im Jahr 2011 die Google AdSense-Einnahmen um ca. 15% gegenüber dem Vorjahr gestiegen sind. Der Umsatzanstieg ist auf die Verdopplung der aufgerufenen AdSense-Anzeigen und die Verdopplung der Klickrate (CTR) zurückzuführen. Gleichzeitig ist jedoch festzustellen, dass die Anzahl der angezeigten AdSense-Anzeigen (um ca. 10%) und die Anzahl der AdSense-Werbeblöcke pro Besuch (Rückgang um ca. 7%) gesunken sind. Ähnlich verhält es sich mit den gesamten Seitenaufrufen (Rückgang um ca. 8%) und den Seitenaufrufen pro Besuch (Rückgang um ca. 13%) lt. Tabelle 3 für das untersuchte Online-Portal. Gleichzeitig ist jedoch die Anzahl der eindeutigen Besucher um ca. 11% und die Anzahl neuer Besucher um ca. 2% gegenüber dem Vorjahr 2010 gestiegen. Daraus lässt sich schließen, dass die Anzahl der (neuen) eindeutigen Besucher für die Umsatzsteigerung von Google AdSense relevanter sind, als die reinen Seitenaufrufe, d.h. mehr eindeutige (und neue) Besucher führen zu mehr Umsatz.

Unabhängig davon, ist zu klären, warum die Verdopplung der Klickrate und der dadurch aufgerufenen AdSense-Anzeigen nicht zur einer Verdopplung des Umsatzes, sondern lediglich zur einer Erhöhung um 20%, geführt hat. Dies ist auf die Kosten pro Klick (CPC) zurückzuführen, die bei Google AdSense im Auktionsverfahren tagesaktuell abhängig von Angebot und Nachfrage ermittelt werden. Dadurch kann der Klick auf ein und dieselbe Werbeanzeige an verschiedenen Tagen zu verschiedenen Zeiten zu einem unterschiedlichen Umsatz führen. Da Google AdSense in den Auswertungen jedoch nicht angibt, mit welchen Keywords und Klickpreise die Umsätze generiert werden, lässt sich nicht bestimmen, wie sich die Klickpreise verändern.

#### 4.2 Erlösform Amazon Partner-Programm (Affiliate)

Eine weitere Erlösquelle für das Online-Portal free-mac-software.com ist das Amazon Partner-Programm. Aus der Amazon-Produktdatenbank werden zum einen automatisiert passende Bücher zur vorgestellten Mac OS X Software angezeigt (siehe [6] S. 231-233) und zum anderen in Weblog-Artikeln inhaltlich auf einzelne Produkte (z.B. Software und Hardware) bei Amazon verlinkt.

Zeitraum	Ausgelieferte Produkte	Umsatz	Klicks auf Links	Bestellte Artikel über Link	Zusätzlich bestellte Artikel	Gesamt bestellte Artikel
01.01.11 bis 31.07.11	129	195 €	1299	32	115	147
01.01.10 bis 31.07.10	136	115 €	980	36	118	154

**Tabelle 5: Amazon Umsatzentwicklung 2010/11 free-mac-software.com (Quelle: Amazon)**

Zeitraum	Bücher	Video	Elektronik	Musik	Software	Sonstiges
01.01.11 bis 31.07.11	78	2	25	12	1	11
01.01.10 bis 31.07.10	89	6	12	11	5	13

**Tabelle 6: Übersicht bestellter Artikel auf Amazon.de 2010/2011 (Quelle: Amazon)**

Unter Berücksichtigung der Besucherstatistiken aus Tabelle 3 lässt sich festhalten, dass es 2011 lt. Tabelle 5 mehr Klicks auf (Werbe)-Links gab, jedoch insgesamt die Anzahl der bestellten und ausgelieferten Produkte, gegenüber dem Vorjahr, leicht zurück ging. Gleichzeitig ist jedoch der Umsatz in 2011 um ca. 70% gestiegen. Dieser Anstieg lässt sich mit der Verteilung der bestellten Produkte auf die verschiedenen Produktkategorien erklären. Tabelle 6 zeigt, dass im Jahr 2011 in den meisten Produktkategorien weniger Produkte verkauft wurden als im Jahr 2010, ausgenommen die Kategorie Elektronik. Hier wurden mit 25 verkauften Produkten doppelt so viele wie im Vorjahr verkauft. Zudem ist der durchschnittliche Produktwert in der Kategorie Elektronik mit 31,77 € gegenüber der Produktkategorie Bücher mit 13,75 € mehr als doppelt so hoch. Demnach ist das Amazon-Partner-Programm umso effektiver (höhere Umsätze), je höher der Produktwert des bestellten Produktes liegt. Die Höhe des Produktwertes ist in erster Linie vom Produkt selbst abhängig. Zudem ist die Auswahl der Produkte, die auf einem Online-Portal angezeigt werden, stark vom Thema und der Zielgruppe des Portals abhängig. Daher ist es von Bedeutung die Zielgruppe und somit deren Kaufkraft und Kaufbereitschaft für verschiedene Güter zu kennen. Umfragen<sup>12</sup> und Auswertungen von Affiliate-Programmen haben gezeigt, dass die Besucher des untersuchten Online-Portals bereit sind durchschnittlich 50,00 € für Software auszugeben. Gleichzeitig investieren sie durchschnittlich 300,00 € in Hardware (z. B. Lautsprecher-systeme, Apple-Computer, Monitore, Fernseher, etc.).

<sup>12</sup> Im Rahmen der Mac live Expo 2007 wurde unter den Besuchern von free-mac-software.com eine Umfrage durchgeführt, bei der 41 Teilnehmer die Frage: „Gibst Du für Software Geld aus?“ beantworteten. Von den Teilnehmern nutzen ca. 24% ausschließlich kostenlose Software, ca. 49% geben bis zu 50 EUR für Software aus und ca. 27% würden bis zu 500 EUR für Software ausgeben.



### 4.3 Erlösform iTunes Partner-Programm (Affiliate)

Neben dem Amazon-Partner-Programm stellt das iTunes Partner-Programm die zweite Erlösquelle auf Basis eines Affiliates-Programms dar. Hauptsächlich werden hier zur vorgestellten Mac OS X Software automatisiert passende iPad und iPhone Apps angeboten (siehe [6] S. 231-233). Daneben werden (seit kurzem) vorgestellte Mac OS X Programme mit dem Mac App Store verlinkt, sofern die Software dort verfügbar ist. Dabei ist es möglich, dass Programme, die über den Mac App Store angeboten werden, kostenpflichtig sind, obwohl die gleiche Software auf der Webseite des Entwicklers kostenlos zur Verfügung steht. Dieses Phänomen ist auf die Einschränkungen des Mac App Stores zurückzuführen, der zwar kostenlose oder kostenpflichtige Programme zulässt, jedoch nicht ermöglicht, freiwillige Spenden für Software zu entrichten. Daher entschließen sich einige Entwickler zu einer Art „Zwangsspende“, bei der das sonst kostenlose Mac OS X Programm über den Mac App Store nur über eine Bezahlung erhältlich ist.

Zeitraum	Umsatz	Bestellwert	Impression	Eindeutige Besucher	Klicks	Sales
01.01.11 bis 31.07.11	550 €	13.765 €	894.362	22062	27617	1805
01.01.10 bis 31.07.10	101 €	2.526 €	592.954	12235	15559	547

**Tabelle 7: iTunes Umsatzentwicklung 2010/2011 auf free-mac-software.com (Quelle: Tradedoubler)**

Tabelle 7 zeigt, dass es im Jahr 2011 trotz des Rückgangs der Seitenaufrufe lt. Tabelle 3 zu einer Steigerung von eingeblendeten Werbemitteln (Impression) um 40% kam. Dies ist vor allem auf eine stärkere Durchdringung der Werbemittel auf dem gesamten Online-Portal zurückzuführen. Interessant ist die ca. 80%ige Steigerung der eindeutigen Besucher und die damit verbundenen erhöhten Klickzahlen. Diese Entwicklung steht in Korrelation mit der Zunahme der eindeutigen Besucher auf dem gesamten Online-Portal free-mac-software.com lt. Tabelle 3 und führte zu einer Verdreifachung der Verkäufe (Sales) und zu einer Verfünffachung der Umsätze. Daraus lässt sich ableiten, dass die Zunahme der eindeutigen (und neuen) Besucher einen vergleichbaren positiven Einfluss auf die Entwicklung der Umsätze hat, wie bei Google AdSense.

### 4.4 Erlösform Sponsored Posts

Neben den bereits vorgestellten Erlösquellen stellen die Sponsored Posts die einzigen transaktionsunabhängigen Erlösquellen dar. Im Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.07.2010 konnten über das Netzwerk ebuzzing drei Kampagnen realisiert werden. Zusätzlich gab es einen direkt angefragten Sponsored Post. Insgesamt erwirtschafteten die vier Aufträge einen Umsatz von 2% am Gesamtumsatz. Im gleichen Zeitraum des Jahres 2011 erhielt das Online-Portal erneut drei Kampagnen. Direkte Anfragen blieben in diesem Zeitraum aus. Dabei erwirtschafteten die drei durch ebuzzing vermittelten Kampagnen in beiden Jahren fast identische Umsätze.

Im Gegensatz zu den transaktionsabhängigen Erlösformen, steht bei den Sponsored Posts, neben der Zielgruppe, die Qualität des Website-Content und die des für die Auftraggeber verfassten Beitrags im Vordergrund. Auch wenn ebuzzing Statistiken wie Besucherzahlen, Page-Rank und Yahoo-Links (ebenfalls für die Berechnung des Honorars von Bedeutung) abfragt, werden die durchgeführten Kampagnen redaktionell bewertet und fließen bei zukünftigen Anfragen stärker als Besucherzahlen und PageRank in die Statistiken ein.

## 5 Schlussfolgerungen

Betrachten wir die Entwicklungen der einzelnen Erlösformen wird deutlich, dass gerade bei transaktionsabhängigen Formen die Zahl der eindeutigen und auch neuen Besucher von großer Bedeutung sind und nicht die Gesamtzahl aller Seitenaufrufe. Die Anzahl der Seitenaufrufe wird erst dann interessant, wenn die Werbung transaktionsunabhängig beispielsweise auf Basis von TKP vergütet wird. Um das Phänomen der s.g. Bannerblindness<sup>13</sup> bei der Vergütung zu berücksichtigen, werden jedoch zunehmend performance-orientierte Abrechnungsmodelle (z.B. Pay per Sale, Pay per Klick, etc.) genutzt. Für Portal-Betreiber hat dies den Vorteil, dass direkt Einfluss auf den Traffic (Besucher und Seitenaufrufe) genommen werden und somit durch gezielte Maßnahmen der Umsatz gesteigert werden kann. Leider sind die Portalbetreiber gleichzeitig von Faktoren abhängig, die nur bedingt beeinflusst werden können. Am Beispiel von Google AdSense sind dies:

- Gestaltung der Werbemittel (Textlinks und Grafiken) werden vom Werbetreibenden vorgegeben und können nur geringfügig (Farben) angepasst werden,
- Gestaltung der Zielseite (Landing-Page) auf der die Transaktion stattfindet (wird ebenfalls vom Werbetreibenden vorgegeben),
- die Entwicklung der Preise (werden tagesaktuell durch Angebot und Nachfrage beeinflusst).

Gerade der dritte Punkt macht die Prognose und eine geplante Steigerung von Umsätzen problematisch. Der Online-Portal-Betreiber hat hier nur die Möglichkeit die Inhalte seiner Webseite nach oft nachgefragten und hoch bezahlten Keywords zu optimieren, wobei dies natürlich nur im Kontext seines Inhaltsangebotes möglich ist.

Im Gegensatz zu Google AdSense sind die Provisionsbeteiligungen bei Affiliate-Programmen wie bei Amazon und iTunes jedoch fest vereinbart und planbar. Zudem haben Online-Portal-Betreiber die Möglichkeit die Werbemittel gestalterisch an das Design der eigenen Webseite anzupassen (siehe [6]). Dadurch ist es möglich, weitere Faktoren direkt zu beeinflussen. Dies zeigen die Entwicklungen des iTunes-Partnerprogramms in Abschnitt 4.3.

An der Entwicklung des Amazon-Partner-Programms lässt sich weiterhin aufzeigen, dass der Produktwert eines beworbenen Produktes, entscheidenden Einfluss auf die Umsatzentwicklung hat. Demnach kann es sinnvoller sein wenige hochpreisige, als viele geringpreisige Produkte anzubieten. Dies ist jedoch von der Kaufkraft der Zielgruppe und der Ausrichtung der eigenen Website abhängig. Erstaunlich ist, dass Amazon als transaktionsabhängige Erlösform in der Vergangenheit die geringsten Umsätze erwirtschaftete, obwohl die Provisionsbeteiligung von 5% (und steigend) deutlich über die von iTunes mit 2% liegt. Ähnliche Erkenntnisse ermitteln auch Simovic und Meil in einer Umfrage von über 100 Weblogs (vgl. [3] S. 97), bei denen Amazon immer den geringsten Anteil am Gesamtumsatz hatte.

Anhand der genannten Entwicklungen ergeben sich unserer Ansicht nach die folgenden Einflussfaktoren bei indirekten transaktionsabhängigen Erlösformen für Content und Context basierende Geschäftsmodelle:

---

<sup>13</sup> Ein 1998 von den Forschern Benway und Lane entdecktes Phänomen, bei dem Nutzer Inhalte ignorieren, welche die Anmutung von Werbung haben (siehe [8]).

	Direkt vom Publisher beeinflussbar	Indirekt vom Publisher beeinflussbar	Nicht vom Publisher beeinflussbar
Google AdSense	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Webseite-Traffic (speziell eindeutige Besucher)</li> <li>- Optimierung der Webseite nach Keywords</li> <li>- Qualität des Content</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der Textanzeigen (nur Farben)</li> <li>- Klickpreise durch Optimierung der Webseite auf teure Keywords</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der grafischen Werbemittel</li> <li>- Entwicklung der Klickpreise</li> <li>- Landing-Page</li> </ul>
Amazon	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Webseite-Traffic (speziell eindeutige Besucher)</li> <li>- Anzeige von Produktempfehlungen</li> <li>- Darstellung der Werbemittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsatzprovision, da steigend je nach Anzahl der verkauften Produkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amazon Webseite (Landing-Page)</li> </ul>
iTunes DE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Webseite-Traffic (speziell eindeutige Besucher)</li> <li>- Anzeige von Produktempfehlungen</li> <li>- Darstellung der Werbemittel</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsatzprovision (fix)</li> <li>- iTunes-Store, App-Store und Mac App Store (Landing-Pages)</li> </ul>

**Tabelle 8: Einflussfaktoren von indirekten transaktionsabhängigen Erlösformen (eigene Darstellung)**

Für indirekte transaktionsunabhängige Erlösformen am Beispiel von Sponsored Posts zeigt die Entwicklung, dass der Traffic eine untergeordnete Rolle bei der Umsatzentwicklung darstellt. Hier sind in erster Linie die Qualität des Contents und die thematische Ausrichtung von Bedeutung. Abhängig vom Thema der Webseite erhält der Online-Portal-Betreiber Aufträge und eine entsprechende Vergütung. Somit ergeben sich nachfolgende Einflussfaktoren.

	Direkt vom Publisher beeinflussbar	Indirekt vom Publisher beeinflussbar	Nicht vom Publisher beeinflussbar
Sponsored Posts	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualität des Content</li> <li>- Thematische Ausrichtung und Schwerpunktbildung</li> <li>- Traffic (Seitenaufrufe und Besucher)</li> <li>- Vergütung pro Auftrag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergütung von vermittelten Aufträgen über Netzwerke wie ebuzzing, da teilweise nicht verhandelbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzahl vermittelter Aufträge durch Vermarktungs-Plattformen</li> </ul>

**Tabelle 9: Einflussfaktoren von indirekten transaktionsunabhängigen Erlösformen (eigene Darstellung)**

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich indirekte transaktionsunabhängige Erlösformen besser durch den Portalbetreiber steuern lassen, transaktionsabhängige Erlösmodelle jedoch von den Werbetreibenden bevorzugt werden und dadurch eine stärkere Verbreitung finden. Umsatzbeeinflussende Faktoren sind hierbei die Anzahl der (neuen) eindeutigen Besucher, der Produktwert und die Provisionsbeteiligung. Letztere ist allerdings selten durch Portal-Betreiber zu beeinflussen (hier kann nur zwischen verschiedenen Affiliate-Programmen gewählt werden).

## 6 Literatur

- [1] Anderson, A. (2009): Free – Kostenlos – Geschäftsmodelle für die Herausforderungen des Internets. Campus Verlag. Frankfurt am Main.
- [2] Szugat, M.; Gewehr, J. E.; Lochmann C (2006): Social Software – Blogs, Wikis & Co. entwickler.press. Paderborn.
- [3] Simovic V.; Meil C. (2008): Geld 2.0 - Geld verdienen im Web 2.0. 1. Auflage. mitp. Heidelberg.
- [4] Wirtz, B. W. (2001): Electronic Business. 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [5] Wirtz, B. W. (2006): Medien- und Internetmanagement. 5. Auflage. Gabler. Wiesbaden.
- [6] Witt, A. (2011): Mashup als Geschäftsmodell – Kommerzielle Mashup-Strategien unter Verwendung von Affiliate-Programmen. In: Stolzenburg, F.; Ruh, F. (Hrsg.), *Tagungsband der 12. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Hochschulen*. Wernigerode.
- [7] Weber, T. (2006): Software-Referenzarchitekturen für Geschäftsmodelle des e-Business unter besonderer Beachtung ihrer Erlösmodelle. Dissertation, Universität Leipzig.
- [8] Nielsen, J. (2007): Banner Blindness: Old and New Findings.  
<http://www.useit.com/alertbox/banner-blindness.html>. Abgerufen am 13.09.2011.

# Wettbewerb und Kooperation im Content Delivery Markt

**Felix Limbach, Jochen Wulf, Rüdiger Zarnekow**

TU Berlin, Fachgebiet Informations- und Kommunikationsmanagement, 10623 Berlin,  
E-Mail: vorname.nachname@tu-berlin.de

**Michael Düser**

Deutsche Telekom Laboratories, 10587 Berlin, E-Mail: michael.dueser@telekom.de

## Abstract

Durch neue bandbreitenintensive Dienste wird das Verkehrsvolumen im Internet in den nächsten Jahren stark wachsen. Von dieser Entwicklung profitieren vor allem Unternehmen, die sich auf die Verteilung von Daten und Diensten spezialisiert haben. Im Rahmen dieser Arbeit identifizieren und klassifizieren wir die kommerziellen Anbieter in diesem Markt nach ihren Geschäftsmodellen und untersuchen mit einer Längsschnittanalyse, die für den Geschäftserfolg wichtige Erreichbarkeit der Konsumenten. Unsere Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Peer-to-Peer-Technologie mit einer Einsparung von kostenintensiven Transitverbindungen einhergeht. Des Weiteren lässt sich im Markt ein allgemeiner Trend zu Kooperation beobachten.

## 1 Einleitung

Durch die weltweite Verbreitung von Breitbandzugängen, die Entwicklung von neuen Diensten und die zunehmende netzbasierte Bereitstellung von Inhalten, ist das Gesamtverkehrsvolumen im Internet in den letzten Jahren kontinuierlich stark gewachsen [14]. Content Delivery Networks (CDNs) haben zu dieser Entwicklung maßgeblich beigetragen. Denn CDNs sorgen für eine effiziente und korrekte Auslieferung von Inhalten, indem Daten auf einer Vielzahl von Web Servern repliziert werden, die in der Nähe des Konsumenten aufgestellt sind [3]. Durch diese Dienstleistung wird es möglich Qualitätsparameter, wie Latenzzeit, Jitter und Paketverlust für den Endkunden zu optimieren.

Während das von CDNs transportierte Datenvolumen kontinuierlich steigt, sehen sich die Marktteilnehmer zunehmend mit fallenden Einnahmen pro Datenvolumeneinheit konfrontiert. Diese Entwicklung ist vor allem durch die kontinuierliche Investition in immer leistungsfähigere Netzinfrastruktur, aber auch durch den Eintritt neuer Marktteilnehmer zu erklären [9]. Neben klassischen CDNs haben sich in den letzten Jahren weitere Anbieter für CDN-Dienstleistungen etabliert.

Daher sollen im nachfolgenden Abschnitt zunächst anhand der CDN-Wertschöpfungskette die aktuellen Geschäftsmodelle der verschiedenen Marktteilnehmer vorgestellt werden. Anschließend setzen wir die Geschäftsaktivitäten mit Netztopologieinformationen im Rahmen einer Längsschnittanalyse in Beziehung und leiten dann Implikationen für die zukünftige Marktentwicklung ab.

## **2 Anbietertypologie für den Content Delivery Markt**

Die Aufgabe eines CDN-Anbieters ist es, die vom Endkunden angeforderten Inhalte, die durch einen Inthalteanbieter bereitgestellt werden, in einer definierten Qualität bereitzustellen. Im heutigen CDN-Markt lassen sich, gemäß einer im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Recherche, verschiedene Anbietertypen unterscheiden. Nachfolgend werden diese in Bezug auf ihr Geschäftsmodell und die Zahlungsflüsse in der Wertschöpfungskette genauer charakterisiert und anschließend in Bild 1 gegenübergestellt.

### **2.1 Datengrundlage der Anbieterklassifikation**

Ausgangspunkt für die Identifikation der CDN-Anbieter ist ein CDN-Verzeichnis mit allen Anbietern von Videoauslieferungsdiensten [24]. Ein CDN-Anbieter wurde jedoch nur dann in unsere Auswertung übernommen, wenn eine Recherche auf der Unternehmenswebseite ergeben hat, dass ein CDN-Produkt explizit vermarktet wird. Außerdem wurden reine Wiederverkäufer von CDN-Dienstleistungen nicht als CDN-Anbieter erfasst. Auf diese Weise konnten wir für die weitere Analyse 25 kommerzielle Anbieter von CDN-Dienstleistungen identifizieren (vgl. Anhang). In einem zweiten Schritt wurden weitere Anbietereigenschaften recherchiert. So wurde zum Beispiel geprüft, ob für die Verteilung von Inhalten auch auf P2P-Technologie gesetzt wird und welches Geschäftsmodell der Anbieter verfolgt. Die von uns identifizierten Anbietereigenschaften konnten darüber hinaus teilweise durch Sekundärquellen verifiziert werden [12][24][6].

### **2.2 Klassische CDN-Anbieter**

Als klassische CDN-Anbieter werden im Rahmen dieser Arbeit diejenigen Netzwerke bezeichnet, die sich im CDN-Markt auf die internationale Verbreitung und zentral bereitgestellten Inhalten konzentrieren. Ein wesentliches Merkmal der erfolgreichsten Anbieter dieses Typs ist eine große Zahl an Datenverbindungen zu Anbietern von Internet Zugängen, sogenannten Internet Service Providern (ISPs). Darüber hinaus ist die weltweite Präsenz von Server Clustern oder Datenzentren ein weiteres Merkmal von klassischen CDN-Anbietern [12]. Des Weiteren treten klassische Anbieter am Markt primär als CDN-Dienstleister für Inthalteanbieter auf. Sie nutzen eigene Vertriebsbüros und bieten laut Unternehmenswebseite keine White Label Produkte an. Die bekanntesten Vertreter dieses Typs sind Akamai und Limelight Networks. Weitere Anbieter finden sich im Anhang.

Klassische CDN-Anbieter erhalten für die Verbreitung von Inhalten eine finanzielle Kompensation von den Inthalteanbietern. Aufgrund von positiven Netzeffekten ist ein CDN als Dienstleister dabei umso attraktiver, je mehr Endkunden es über seine Verbindungen zu ISPs erreichen kann [10]. Der Datenaustausch zwischen ISP und CDN ist in der Regel kostenpflichtig [16].

## 2.3 Inhouse CDN-Anbieter

Als Inhouse CDN-Anbieter werden im Rahmen dieser Arbeit ISPs bezeichnet, die eine firmeneigene CDN-Infrastruktur in ihrem Netz betreiben. Das notwendige Wissen wird dabei entweder im Unternehmen aufgebaut oder von spezialisierten Unternehmen wie Velocix zugekauft [35][21]. Ein wichtiges Merkmal der meisten Inhouse CDN-Anbieter ist der Zugang zu einer großen Zahl an Kunden im Zugangsnetz, sowie teilweise ein gut ausgebautes Backbonenetz durch das Inhalteanbieter direkt angeschlossen werden können [37]. Inhouse CDNs wurden in den letzten Jahren vor allem durch ISPs angekündigt und entwickelt, die durch den Einstieg in das CDN-Geschäft die gesamte Wertschöpfungskette vom Inhalteanbieter bis zum Endkunden abdecken wollen, um so ihre Abhängigkeit von traditionellen CDNs zu reduzieren [20]. Die Kontrolle über das Zugangsnetz stellt für Inhouse CDN-Anbieter einen strategischen Vorteil gegenüber klassischen CDN-Anbietern dar, weil sie Datenanfragen so steuern können, dass wichtige Qualitätsparameter der Datenübertragung signifikant verbessert werden [19]. Durch diese Steuerungsmöglichkeiten können ISPs der Gefahr entgegenwirken in einer sich ändernden Internettopologie zu einem reinen Anbieter von Datenleitungen für sehr große Inhalteanbieter wie Google und klassische CDNs zu werden [14]. Bekannte Vertreter dieses CDN-Typs sind Unternehmen, wie AT&T, Verizon und British Telekom.

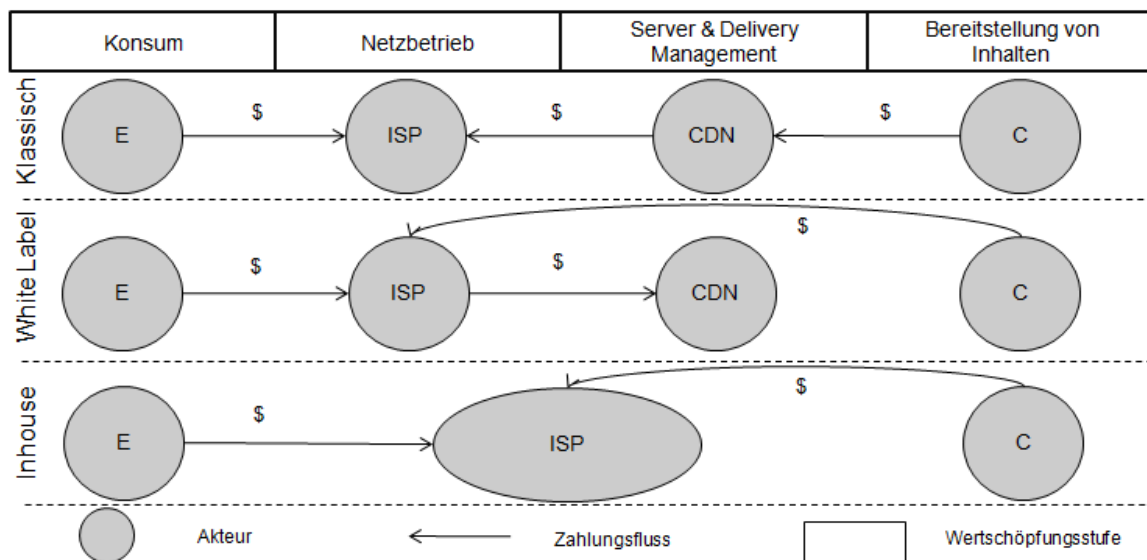
Inhouse CDN-Anbieter richten sich mit ihrem Angebot primär an diejenigen Inhalteanbieter, für deren Geschäftserfolg eine positive Wahrnehmung der Datenqualität von großer Bedeutung ist. So werden beispielsweise die Inhalte des amerikanischen Sportsender ESPN3 direkt über das Zugangsnetz von Verizon zum Endkunden transportiert [36]. In der CDN-Wertschöpfungskette übernimmt der ISP daher sowohl den Netzbetrieb als auch das Server- & Delivery-Management.

## 2.4 White Label CDNs

Neben klassischen CDN-Anbietern und Inhouse CDNs existieren CDN-Anbieter, die ihre Technologie als White Label Produkt für ISPs anbieten. Im Rahmen dieser Arbeit werden diejenigen CDNs als White Label CDN bezeichnet, die auf ihrer Webseite aktiv ein CDN White Label Produkt vermarkten. Aus Sicht der Ressourcentheorie liegt hier eine Kooperation vor, bei der beide Partner komplementäre, knappe Ressourcen in die Partnerschaft einbringen, um ihre Marktposition zu verbessern [18][31]. So bringt der CDN-Anbieter das Wissen über die effiziente und qualitativ hochwertige Verteilung von Inhalten in die Zusammenarbeit ein, während der ISP sein Vertriebsnetz zur Verfügung stellt. Während der White Label CDN sein Produkt mit geringen Vertriebskosten vermarkten kann, können ISPs ihre Produktpalette erweitern und Erfahrung im Umgang mit Inhalteanbietern sammeln, bevor der Markt durch die Verbreitung von neuen Technologien, wie Cloud Dienstleistungen besonders attraktiv wird [23].

Analog zur Aufgabenverteilung von klassischen CDN-Anbietern ist ein White Label CDN für das Server- & Delivery-Management im Rahmen der Inhalteverbreitung zuständig, während sich der ISP auf das Netzmanagement und den Vertrieb der CDN-Dienstleistung an Inhalteanbieter konzentriert.

In Bild 1 fassen wir die zuvor beschriebenen kommerziellen CDN-Geschäftsmodelle zusammen. Dabei bezeichnet (E) den Endkonsument von Inhalten und (C) den Inhalteanbieter.



**Bild 1:** Vereinfachte Darstellung kommerzieller CDN-Geschäftsmodelle

## 2.5 Hybride und proprietäre CDN-Lösungen

In einer Reihe von Veröffentlichungen konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Peer-to-Peer (P2P) Technologie in Verbindung mit einer CDN-Infrastruktur Einsparungen und teilweise auch Qualitätsverbesserungen in der Datenübertragung möglich sind [39][40][9]. Durch den Einsatz von hybriden CDN-P2P Lösungen können CDN-Anbieter wie Akamai und Limelight beispielsweise ihre Kosten bei Video-on-demand-Diensten um mehr als 2/3 reduzieren [12]. Die notwendige P2P-Funktionalität wird bei hybriden CDNs durch Software, wie zum Beispiel den Adobe Flash-Player bereitgestellt [1].

Das CDN von Google stellt in der CDN-Wertschöpfungskette eine Besonderheit dar. Denn im Gegensatz zu anderen Inhaltenanbietern betreibt Google Server & Delivery Management, um Inhalte ohne Zahlungen an CDNs direkt im Netz von ISPs zu terminieren [13]. Da es sich bei diesem CDN um eine proprietäre Lösung handelt, die nicht an andere Unternehmen verkauft wird, wird das CDN von Google in der Marktübersicht zunächst nicht berücksichtigt.

## 2.6 Forschungsfragen

Neben Geschäftsbeziehungen zu Inhaltenanbietern ist die Erreichbarkeit der Endkunden für den Geschäftserfolg eines CDN von zentraler Bedeutung [37][25][11]. Daher nutzen wir im Rahmen dieser Arbeit Informationen über Zusammenschaltungen von CDNs mit anderen Netzwerken im Internet, um Aussagen über die Netztopologieentwicklung verschiedener Anbietertypen zu treffen. In diesem Zusammenhang sollen folgende Forschungsfragen untersucht werden:

1. Können CDNs durch den Einsatz von P2P-Technologie die Zahl der kostenpflichtigen Verbindungen im Terminierungsnetzwerk reduzieren?
2. Wie unterscheiden sich CDN-Anbieter mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen in Bezug auf das für den Geschäftserfolg wichtige Terminierungsnetzwerk?
3. Sind Kooperationen zwischen mehreren CDNs mit kleineren Netzwerken eine geeignete Möglichkeit, um das Terminierungsnetzwerk zu vergrößern?



Die Beantwortung dieser Fragen ermöglicht Erkenntnisse über einen Markt, in dem die meisten Unternehmen ihre Einnahmen aus CDN-Dienstleistungen nicht direkt ausweisen und in dem von den Marktteilnehmern regelmäßig neue Strategien angekündigt werden [21][23][24][26], deren Erfolg sich nur schwer überprüfen lässt [25].

### **3 Längsschnittanalyse des CDN Marktes**

#### **3.1 Untersuchungsmethodik**

Für die folgende Auswertung nutzen wir die Methodik der Längsschnittanalyse. Dabei werden jährliche erhobene Netztopologiedaten für verschiedene CDN-Anbietertypen über einen Zeitraum von fünf Jahren gegenübergestellt. Bei der Analyse unterstellen wir positive direkte Netzwerkeffekte zwischen Inhaltenanbietern und Inhaltekonsumenten, sowie die Gültigkeit der Theorie zu zweiseitigen Märkten, nach der ein Plattformanbieter umso attraktiver für Kunden auf einer Seite der Plattform ist, je mehr Kunden der anderen Seite angeschlossen sind [29][11]. Ziel unserer Längsschnittanalyse ist es daher, Aussagen über die Veränderung der Attraktivität der Netztopologie verschiedener CDN-Anbietertypen aus Sicht von Inhaltenanbietern zu treffen.

Grundsätzlich können CDNs die Netztopologie mit Hilfe von Peering- und Transitverbindungen gestalten. Unter Peerings versteht man bilaterale Vereinbarungen zwischen Unternehmen, die direkte Zusammenschaltungen unterhalten, über die sie ausschließlich den Verkehr ihrer eigenen Kunden austauschen [8]. Häufig findet der Datenaustausch über Peeringverbindungen ohne gegenseitige Zahlungen statt. Im Gegensatz dazu zahlt ein CDN für die Terminierung von Daten über Transitverbindung an den Transitanbieter [30]. Transitverbindungen stellen eine schnelle Möglichkeit da, weltweit viele Endkunden zu erreichen. Nachfolgend bezeichnen wir die Summe der Transit- und Peeringverbindungen eines Netzwerkes als das Terminierungsnetzwerk eines CDNs.

#### **3.2 Datengrundlage der Längsschnittanalyse**

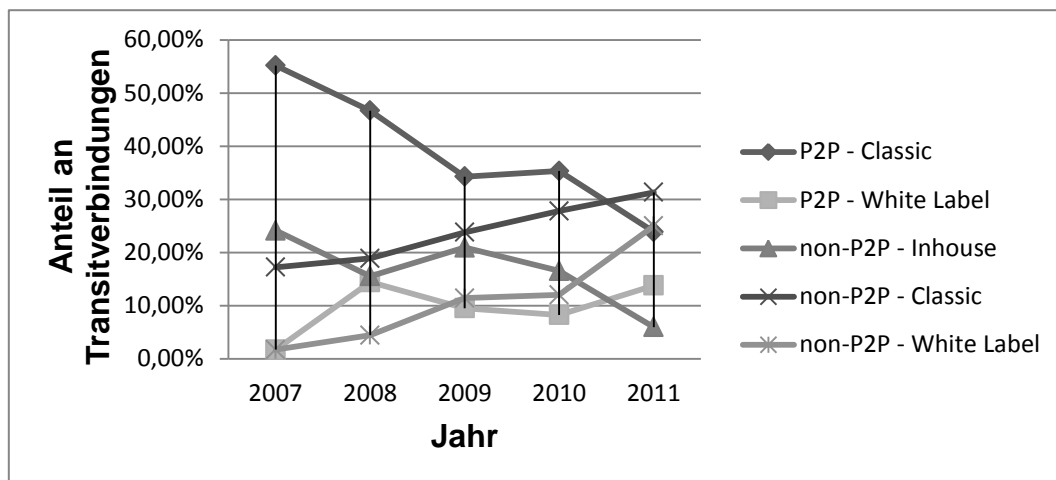
Datengrundlage der Längsschnittanalyse des CDN-Marktes ist der AS-Relationship Datensatz, welcher durch die Forschungseinrichtung CAIDA bereitgestellt wird [32]. Der Datensatz basiert auf der Auswertung von öffentlich zugänglichen Routingprotokollen, die mit einem von [7] vorgestellten Algorithmus Transit-, Kunden- und Peeringbeziehungen zwischen Netzwerken ermittelt. In einer Überprüfung der Daten konnte gezeigt werden, dass mithilfe des Algorithmus 96,5 % der Transit-, Kunden- und 82,8 % der Peeringbeziehungen korrekt bestimmt werden [5].

Durch die Verwendung der CAIDA-Daten akzeptieren wir die Einschränkung, dass Peeringverbindungen in nicht öffentlichen Netzen bei der nachfolgenden Betrachtung nicht berücksichtigt werden. Des Weiteren lassen sich bezahlte und unbezahlte Peerings aufgrund von ähnlichen Routingeigenschaften nicht unterscheiden [5].

#### **3.3 Längsschnittanalyse für den aktuellen CDN-Markt**

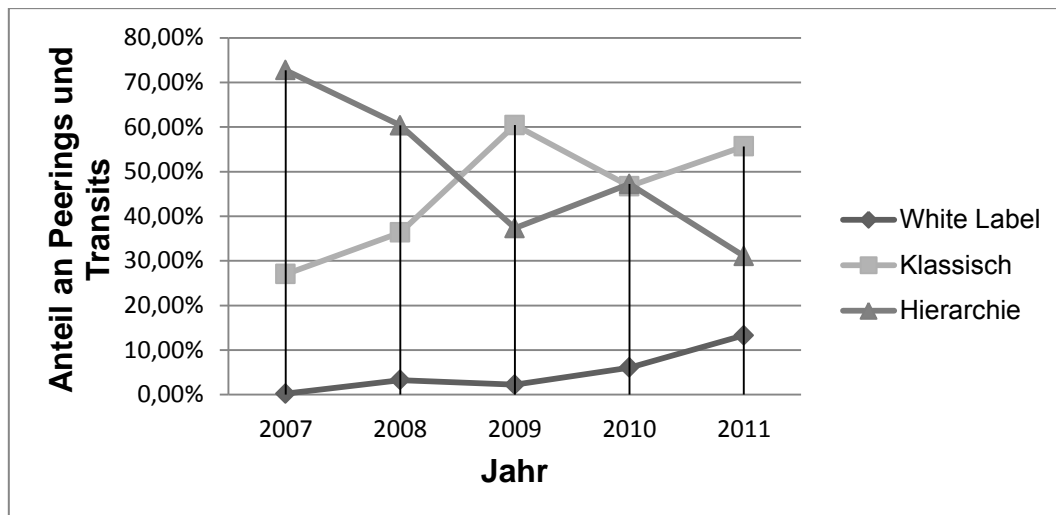
In den Jahren 2007 bis 2010 sind die Umsätze im CDN-Markt jährlich im Durchschnitt um 22% gestiegen [33]. Im Zuge dieses Marktwachstums haben gemäß unserer Auswertung auch alle CDN-Anbietertypen die Zahl ihrer Transitverbindungen erhöht. Das Bild 2 zeigt, wie sich die Gesamtzahl der Transitverbindungen der CDN-Anbieter (100%) auf die verschiedenen Gruppen

von Anbieter verteilt. Wie dem Bild 2 zu entnehmen ist, haben die Anbietergruppen ihre Terminierungsverbindungen in Abhängigkeit des Typs und der benutzten CDN-Technologie mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ausgebaut.



**Bild 2:** Entwicklung des Transitanteils nach Anbietertyp und Technologie

So hat zum Beispiel die Gruppe der klassischen CDN-Anbieter, die auch P2P-Technologie für die Inhalteverbreitung nutzen, den Anteil der Transitverbindungen im Vergleich zu anderen Anbietertypen reduziert. Besonders auffällig ist die Tatsache, dass klassische CDN-Anbieter, die keine hybride P2P-CDN Lösung nutzen, in der gleichen Zeit den Anteil ihrer Transitverbindungen vergrößert haben. Die Gruppe der White Label CDNs hat ihren Anteil unabhängig von der genutzten Technologie erhöht, während der Anteil der Transitverbindungen von Inhouse CDNs seit dem Jahr 2009 zurückgegangen ist. Aufgrund des Datenerhebungsverfahrens von CAIDA lässt sich der Auf- und Abbau von Transitverbindungen mit einer hohen Genauigkeit beobachten [32]. Eine Betrachtung der Entwicklung von Transitverbindungen befasst sich allerdings nur mit einem Teil des gesamten Terminierungsnetzwerks eines CDN. Denn besonders für die Terminierung von großen Datenmengen ist es für CDN-Anbieter oft ökonomisch günstiger Peerings zu vereinbaren [30][16]. Daher zeigen wir in Bild 3, wie sich die Gesamtzahl der Terminierungsverbindungen der untersuchten CDNs auf die drei Anbietertypen verteilt. Aus Bild 3 geht hervor, dass die Summe der Terminierungsverbindungen von klassischen CDN-Anbietern und Inhouse CDNs größer ist, als die Summe der Terminierungsverbindungen von White Label CDNs. Des Weiteren haben die klassischen CDNs das Terminierungsnetzwerk in den letzten Jahren weiter ausgebaut, sodass der Anteil der Inhouse CDNs an den Gesamtterminierungsverbindungen zurück geht. Peerings lassen sich mit CAIDA-Daten allerdings nur teilweise untersuchen, da für eine genaue Erfassung Messpunkte in jedem untersuchten Netzwerk integriert werden müssten [32]. Für das Jahr 2011 haben wir deshalb eine weitere Auswertung der Terminierungsverbindungen auf der Grundlage von Renesys-Daten durchgeführt. Das Unternehmen Renesys verfügt über Messpunkte in den meisten CDNs, die Daten können mit einem regulären Zugang allerdings nicht im Zeitverlauf ausgewertet werden [28]. Der auf Renesys-Daten basierenden Tabelle 1 lässt sich entnehmen, dass die mittlere Zahl der Terminierungsverbindungen bei klassischen CDNs mehr als doppelt so groß ist wie bei Inhouse CDNs. Des Weiteren ist die Standardabweichung von klassischen CDNs zwei- beziehungsweise dreimal so groß, wie die Standardabweichung von White Label CDNs und Inhouse CDNs.



**Bild 3:** Entwicklung des öffentlich messbaren Terminierungsnetzwerks von CDN-Anbietern

Anbietertyp	Klassisch	Inhouse	White Label
Anzahl der Anbieter	12	9	4
Durchschnittliche Zahl an Terminierungsverbindungen pro Anbieter	145.61	61.62	91.66
Standardabweichung der Terminierungsverbindungen	234.52	86.42	103.17

**Tabelle 1:** Analyse des öffentlichen und privaten Terminierungsnetzwerks für 2011

### 3.4 Mögliche Auswirkung einer CDN ISP-Kooperation

Gemäß des formalen Modells von Hau und Brenner haben ISPs im CDN-Geschäft eine große Marktmacht, weil klassische CDNs und White Label CDNs auf den Zugang zum Endkunden angewiesen sind [11]. Bis zum Jahr 2010 befand sich jedoch kein Inhouse CDN unter den zehn umsatzstärksten CDNs [33]. Experten gehen davon aus, dass dies hauptsächlich auf das meist zu kleine Terminierungsnetzwerk zurückzuführen ist, und verweisen auf die Ankündigung von ISPs CDN-Kooperation aufzubauen [25]. Laut einer im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Schnittmengenanalyse mit CAIDA-Daten könnte ein CDN-ISP-Kooperation bestehend aus heutigen Inhouse CDNs und ISP die bereits CDN-Aktivitäten angekündigt haben, 83,3 % des Terminierungsnetzwerks des heutigen CDN-Marktführers Akamai abdecken. Selbst KPN, als das Inhouse CDN mit dem größten Terminierungsnetzwerk kann hingegen nur 51 % des heutigen Terminierungsnetzwerks von Akamai abdecken.

## 4 Interpretation

Unsere empirischen Auswertungen deuten auf die Existenz mehrerer aktueller Trends im CDN-Markt. So konnten wir zeigen, dass klassische CDNs, die für die Inhalteverteilung auch auf P2P-Technologie setzten, ihren Anteil an Transitverbindungen im Vergleich zu anderen Anbietertypen in den letzten Jahren reduziert haben. Bisher konnte ausschließlich im Rahmen von Simulationen und analytischen Modellen für einzelne Unternehmen und Dienste gezeigt werden, dass Einsparungen durch den Einsatz von hybrider P2P-CDN-Technologie möglich sind

[39][12][40][9]. Gemäß Bild 1 gehen ISPs Einnahmen von klassischen CDNs verloren, wenn diese die Zahl der kostenpflichtigen Terminierungsverbindungen reduzieren. Aus der Sicht von ISPs ist es daher notwendig Maßnahmen zu ergreifen, um dem Verlust an Einnahmen entgegenzuwirken.

Ein weiterer Trend im CDN-Markt ist die wachsende Bedeutung von White Label CDNs. ISPs ohne eigenes CDN haben in den letzten Jahren ihren Einstieg in das CDN-Geschäft angekündigt und im Rahmen von Kooperationen mit White Label CDNs erste Erfahrungen auf dem Markt gesammelt [23]. Im Gegensatz dazu ist der Anteil an der Gesamtzahl der Terminierungsverbindungen von Inhouse CDNs in den letzten Jahren gesunken, trotz zahlreicher Ankündigungen im Markt stärkere Präsenz zu zeigen [20][21]. Unsere Auswertungen deuten darauf hin, dass dies an einem für eine Netzwerkindustrie durchschnittlich zu kleinen Terminierungsnetzwerk liegen kann. Daher ist eine ISP-Kooperation mit dem Ziel das Terminierungsnetzwerk zu vergrößern gemäß unserer Auswertungen ein möglicher Schritt für ISPs, um die Einnahmen aus den eigenen CDN-Aktivitäten zu erhöhen. Da auch klassische CDN-Anbieter heute ihre Technologie den ISPs gegen Lizenzgebühren anbieten, lässt sich für den gesamten CDN-Markt ein Trend zur Kooperation ableiten [26].

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit haben wir eine Typologie für CDN-Netzwerke sowie verschiedene Ausprägungen der CDN-Wertschöpfungskette vorgestellt. Durch eine Längsschnittanalyse wurde anschließend die Entwicklung des für den Geschäftserfolg wichtigen Terminierungsnetzwerks für verschiedene CDN-Typen analysiert. Auf der Grundlage der Auswertung leiten wir den Aufbau von Kooperationen als Handlungsempfehlung für die Verbesserung der Wettbewerbsposition von ISPs im CDN-Markt ab. Des Weiteren zeigen wir empirisch, dass hybride P2P-CDN-Technologie CDNs Einsparung bei kostenintensiven Transitverbindungen ermöglicht. ISP-Transitprovider sollten daher in der Transitpreisgestaltung die verstärkte Nutzung des ISP-Zugangsnetzwerkes berücksichtigen.

Einschränkungen für die Verallgemeinerung unserer Ergebnisse ergeben sich vor allem durch die Nutzung von CAIDA-Daten. Denn bereits der Vergleich von Tabelle 1 und Bild 3 zeigt, dass klassische CDNs einen Großteil der Verbindungen über private Peerings organisieren, die bei den Längsschnittanalysen nicht berücksichtigt werden. Darüber hinaus bleibt die Terminierungsqualität als Erfolgsfaktor im CDN-Geschäftsmodell bei der hier durchgeführten Analyse zunächst unberücksichtigt. Diese sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Des Weiteren sollten weitere Arbeiten die Bedeutung des proprietären CDNs von Google untersuchen.

## 6 Literatur

- [1] Adobe Labs (2011): Cirrus: Use RTMFP for developing real-time collaboration applications. <http://labs.adobe.com/technologies/cirrus/>. Abgerufen am 21.12.2011.
- [2] Bonneau, V (2008): Introduction on CDN P2P Cloud Computing. <http://www.bloobble.com/broadband-presentations/presentations?itemid=1701>. Abgerufen am 05.09.2011.
- [3] Buyya R; Pathan M; Vakali A (2008): Content Delivery Networks, Springer.
- [4] Dhamdhere, A.; Dovrolis, C.; Francois, P. (2010): A value-based framework for internet peering agreements. Teletraffic Congress (ITC), 2010 22nd International. In: Teletraffic Congress (ITC), S. 1-8.
- [5] Dimitropoulos, X; Krioukov, D; Fomenkov, M; Huffaker, B; Hyung, Y; Claffy, KC; Riley, G (2007): AS relationships: inference and validation. SIGCOMM Computer Communication Review 37(1): 29-40.
- [6] Frost & Sullivan (2008): World video content delivery networks market. Frost & Sullivan Market Engineering Report.
- [7] Gao L (2001): On Inferring Autonomous System Relationships in the Internet, IEEE/ACM Transactions on Networking, December 2001.
- [8] Giovannetti, E; Neuhoff, K; Spagnolo G (2005): Agglomeration in Internet. Co-operation Peering Agreements, CWPE 0505, University of Cambridge.
- [9] Ha, I; Wildman, SS; Bauer, JM (2010): P2P, CDNs and Hybrid Networks: The Economics of Internet Video Distribution. Distribution International Telecommunications Policy Review 17(4): 1-22.
- [10] Hau T; Brenner W (2009): Price Setting in Two-Sided Markets for Internet Connectivity. In: Proceedings of the 6th International Workshop on Internet Charging and Qos Technologies: Network Economics for Next Generation Networks. Aachen, Germany: Springer-Verlag, S. 61-71.
- [11] Hau, T; Brenner, W (2010): Vertical Platform Interaction on the Internet: How ISPs and CDNs Interact. In: ECIS 2010 Proceedings.
- [12] Huang, C; Wang, Angela; Li, Jin; Ross KW (2008): Understanding hybrid CDN-P2P: Why limelight needs its own Red Swoosh. In: Proceedings of the 18th International Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video. Braunschweig. ACM, S.75-80.
- [13] Krishnan, R; Madhyastha, HV; Srinivasan, S; Jain, S; Krishnamurthy, A; Anderson, T; Gao, J (2009): Moving beyond end-to-end path information to optimize CDN performance. In: Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement conference. Chicago. ACM, S. 190-201.
- [14] Labovitz, C; Lekel-Johnson, S; McPherson, D; Oberheide, J; Jahanian, F (2010): Internet inter-domain traffic. In: SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 40(4):75-86.
- [15] Miller, R (2008): Velocix launches live streaming P2P CDN. <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2008/03/26/velocix-launches-live-streaming-p2p-cdn/>. Abgerufen am 02.09.2011.

- [16] Norton, WB (2002): A Business Case for ISP Peering. [http://drpeering.net/AskDrPeering/blog/articles/Internet\\_Peering\\_White\\_Papers\\_files/A%20Business%20Case%20for%20Peering%201.4.pdf](http://drpeering.net/AskDrPeering/blog/articles/Internet_Peering_White_Papers_files/A%20Business%20Case%20for%20Peering%201.4.pdf). Abgerufen am 06.09.2011.
- [17] Pathan, M; Buyya, R; Vakali, A (2008): Content Delivery Networks: State of the Art, Insights, and Imperatives. Springer Berlin, Heidelberg.
- [18] Pfeffer, J; Salancik, GR (1978): The external control of organizations. A resource dependence perspective. Harper and Row, New York.
- [19] Poese, I; Frank, B; Ager, B; Smaragdakis, G; Feldmann, A (2010): Improving content delivery using provider-aided distance information. In: Proceedings of the 10th annual conference on Internet measurement. Melbourne. ACM, S. 22–34.
- [20] Rayburn, D (2008): AT&T Building Out CDN, Preparing To Push Into The Market. [http://blog.streamingmedia.com/the\\_business\\_of\\_online\\_vi/2008/05/att-building-ou.html](http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2008/05/att-building-ou.html). Abgerufen am 05.09.2011.
- [21] Rayburn, D (2009a): More ISPs Not Letting CDN Place Servers Inside Their Network, Doing It Themselves. [http://blog.streamingmedia.com/the\\_business\\_of\\_online\\_vi/2009/04/more-isps-not-letting-cdn-place-servers-inside-their-network-doing-it-themselves.html](http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2009/04/more-isps-not-letting-cdn-place-servers-inside-their-network-doing-it-themselves.html). Abgerufen am 01.09.2011.
- [22] Rayburn, D (2009b): Akamai and Limelight to deploy P2P for higher Quality, not cost savings. [http://blog.streamingmedia.com/the\\_business\\_of\\_online\\_vi/2009/07/akamai-limelight-to-deploy-p2p-for-higher-quality-not-cost-savings.html](http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2009/07/akamai-limelight-to-deploy-p2p-for-higher-quality-not-cost-savings.html). Abgerufen am 07.09.2011.
- [23] Rayburn, D (2009c): Deutsche Telekom enters the CDN Market, Partners with EdgeCast. [http://blog.streamingmedia.com/the\\_business\\_of\\_online\\_vi/2009/01/edgecast.html](http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2009/01/edgecast.html). Abgerufen am 02.09.2011.
- [24] Rayburn, D (2011a): Updated List of Vendors In The Content Delivery Ecosystem. <http://www.cdnlist.com>. Abgerufen am 07.09.2011.
- [25] Rayburn, D (2011b): Telcos And Carriers Forming New Federated CDN Group Called OCX (Operator Carrier Exchange). [http://blog.streamingmedia.com/the\\_business\\_of\\_online\\_vi/2011/06/telco-and-carriers-forming-new-federated-cdn-group-called-ocx-operator-carrier-exchange.html](http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2011/06/telco-and-carriers-forming-new-federated-cdn-group-called-ocx-operator-carrier-exchange.html). Abgerufen am 01.09.2011.
- [26] Rayburn, D (2011c): Akamai Developing A Licensed CDN Offering For Telcos and Carriers. [http://blog.streamingmedia.com/the\\_business\\_of\\_online\\_vi/2011/06/akamai-looking-to-develop-a-licensed-cdn-offering-for-telcos-and-carriers.html](http://blog.streamingmedia.com/the_business_of_online_vi/2011/06/akamai-looking-to-develop-a-licensed-cdn-offering-for-telcos-and-carriers.html).
- [27] Reichl, P; Stiller, B; Tuffin, B (2009): Network Economics for Next Generation Networks. Springer Berlin, Heidelberg.
- [28] Renesys (2011): Enabling Real Time Intelligence and Insight into Internet Operations. [http://www.renesys.com/products\\_services/index.shtml](http://www.renesys.com/products_services/index.shtml). Abgerufen am 08.09.2011.
- [29] Rochet, JC; Tirole, J (2006): Two-sided markets: A progress report. The RAND Journal of Economics 37(3):645-667.
- [30] Shakkottai, S; Srikant, R (2006): Economics of network pricing with multiple ISPs. IEEE/ACM Transactions on Networking 14(6):1233-1245.

- [31] Sheppard, JP (1995): A Resource Dependence Approach to Organizational Failure. *Social Science Research* 24(1):28-62.
- [32] The CAIDA AS Relationships Dataset (2011), 2007-2011. <http://www.caida.org/data/active/as-relationships/>. Abgerufen am 07.09.2011.
- [33] Tier1Research (2010): Content Delivery Networks Market Overview: Fall 2010. [https://store.tier1research.com/product\\_info.php/products\\_id/127](https://store.tier1research.com/product_info.php/products_id/127). Abgerufen am 02.09.2011.
- [34] Vakali, A.; Pallis, G (2003): Content delivery networks: status and trends. *Internet Computing*. IEEE 7(6): 68-74.
- [35] Velocix (2011): New Generation Content Delivery Network. <http://www.velocix.com>. Abgerufen am 06.09.2011.
- [36] Wilner, H (2010): Want ESPN3? No Problem If You're a Verizon Broadband Customer. <http://businessforums.verizon.net/t5/Verizon-at-Home/Want-ESPN3-No-Problem-If-You-re-a-Verizon-Broadband-Customer/ba-p/209752>. Abgerufen am 08.09.2011.
- [37] Wulf, J; Zarnekow, R; Düser, M (2010a): Analysis of future telecommunication business models using a business model ontology. In: *Telecommunications Internet and Media Techno Economics (CTTE)*. S. 1-7.
- [38] Wulf, J; Zarnekow, R; Hau, T; Brenner, W (2010b): Carrier activities in the CDN market - An exploratory analysis and strategic implications. *Intelligence in Next Generation Networks (ICIN)*. In: *Intelligence in Next Generation Networks (ICIN)*, 2010. S.1-6.
- [39] Xu, D; Kulkarni, S; Rosenberg, C; Chai, HK (2006): Analysis of a CDN-P2P hybrid architecture for cost-effective streaming media distribution. *Multimedia Systems* 11(4): 383-399.
- [40] Yin, H; Liu, X; Zhan, T; Sekar, V; Qiu, F; Lin, C et al. (2009): Design and deployment of a hybrid CDN-P2P system for live video streaming: experiences with LiveSky. In: *Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia*. Peking. ACM, S.25-34.

## 7 Anhang

### CDN-Anbieter Klassifikation

Name	Business Model	P2P	Quelle	Anzahl der Terminierungs- verbindungen [32]
Akamai Technologies	Klassisch	P2P	[25]	72
Amazon.com	Klassisch	non-P2P		34
AT&T	Inhouse	non-P2P		21
BitGravity, Inc.	Klassisch	non-P2P		46
BT	Inhouse	non-P2P		31
CacheFly	Klassisch	non-P2P		28
ChinaCache Network	Klassisch	non-P2P		22
Cotendo	Klassisch	non-P2P		13
EdgeCast Networks, Inc.	White Label	non-P2P		67
Fastweb	Klassisch	non-P2P		37
Highwinds Network Group, Inc	Klassisch	non-P2P		53
Internap	White Label	P2P	[19]	45
KPN	Inhouse	non-P2P		77
Level 3 Communications, LLC	Klassisch	non-P2P		17
Limelight Networks	Klassisch	P2P	[25]	57
Mirror image internet	White Label	non-P2P		1
NTT Communications (Global)	Inhouse	non-P2P		39
Orange France	Inhouse	non-P2P		2
PCCW Global	Inhouse	non-P2P		37
Savvis	Klassisch	non-P2P		24
TeliaSonera	Inhouse	P2P	[1]	26
Telstra International (PSINet UK)	Inhouse	non-P2P		34
Velocix	White Label	P2P	[13]	1
Verizon Business - EMEA	Inhouse	P2P	[19]	26
Voxel dot Net, Inc.	Klassisch	non-P2P		49

### Schnittmengenanalyse mit CAIDA-Daten

Folgende Netzwerke haben die Entwicklung eigener CDNs angekündigt:

Name	Business Model		Quelle	Anzahl der Terminierungs- verbindungen [32]
Bell Canada	ISP		[25]	52
Deutsche Telekom	ISP		[25]	33
France Telecom	ISP		[25]	28
Telecom Italia	ISP		[25]	38
Telefonica	ISP		[25]	47
<b>Schnittmengenanalyse</b>	Akamai	KPN	ISP-Koalition (ISPs & Inhouse CDNs)	
Akamai	72	37	60	
KPN	-	77	63	
ISP-Koalition	-	-	491	



# **Virtual Realities and Gaming**



# Klassifikationsschema virtueller Welten

**Christopher Felix Cullmann-Wahl**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Management, 56070 Koblenz,  
E-Mail: cwahl@uni-koblenz.de

## Abstract

Seit einem knappen Jahrzehnt beschäftigt sich die Wissenschaft ausführlich mit virtuellen Welten, wie zum Beispiel World of Warcraft und Second Life – weitere unzählige Welten existieren. Sie basieren dabei auf unterschiedlichen Konzepten und können auf vielfältige Art und Weise charakterisiert werden. Dieser Beitrag hat zum Ziel, aus den vorhandenen Charakterisierungsansätzen der Literatur ein Klassifikationsschema zu entwickeln, welches anhand geeigneter Bewertungskriterien eine fundierte Einordnung verschiedener Welten ermöglicht.

## 1 Einleitung

Virtuelle Welten sind insbesondere in den vergangenen zehn Jahren in das Interesse der wissenschaftlichen Auseinandersetzung gerückt. Die Ursache hierfür liegt vor allem in den steigenden Nutzerzahlen, welche vereinzelt im zweistelligen Millionenbereich liegen. Dadurch haben sich diese Welten zu wichtigen sozialen Umgebungen entwickelt, in denen sich die Nutzer mithilfe eines virtuellen Repräsentanten, dem Avatar, bewegen und vielfältigen Handlungsmöglichkeiten nachgehen können. Grundsätzlich werden sie von den Nutzern insbesondere dafür genutzt, um sich mit anderen Akteuren auszutauschen und gemeinsam virtuell Zeit zu verbringen. Ebenso von Bedeutung ist der Handel mit virtuellen Gegenständen, welche die Avatare für die verschiedensten Tätigkeiten verwenden können. Dadurch entstehen in den Welten virtuelle Ökonomien. Die möglichen Handlungsoptionen hängen dabei von unterschiedlichen Rahmenbedingungen ab. So erlauben es die Betreiber von Welten wie beispielsweise Second Life, dass die Teilnehmer kreativ an der Weiterentwicklung der Umgebung mitwirken, indem sie neue Objekte und Skripte implementieren, kaufen oder verkaufen können. Andere Betreiber hingegen leiten das Verhalten ihrer Nutzer, indem sie unter Anwendung einer Hintergrundgeschichte zahlreiche Abenteuer integrieren. Für das Absolvieren der Abenteuer sind dann ebenso Gegenstände, welche intensiv zwischen den Nutzern gehandelt werden, erforderlich. Ferner führen diese Abenteuer zu einer Weiterentwicklung des Avatars, welche oftmals an ein Levelsystem gebunden ist. Hierfür ist insbesondere World of Warcraft bekannt (vgl.[5]).

Es kann also festgestellt werden, dass virtuelle Welten sich durch bestimmte Aspekte voneinander unterscheiden. Einige lassen den Akteuren mehr, andere weniger Handlungsspielraum.

Diese Ungleichheiten haben dazu geführt, dass virtuelle Welten auch in der Literatur auf verschiedene Weise klassifiziert werden. Bislang ist es der Wissenschaft jedoch nicht gelungen, die nebeneinander existierenden Differenzierungsansätze zusammenzuführen. Die Motivation zur Kombination der unterschiedlichen Sichtweisen ist aber sinnvoll, um eine Ordnung im Kontext der Charakterisierung virtueller Welten herzustellen. Deshalb bietet es sich an, ein Klassifikationsschema zu entwickeln, welches die etablierten Abgrenzungskonzepte vereint, indem die jeweiligen Vorzüge einzelner Modelle gleichermaßen berücksichtigt und eventuelle Defizite ausgeglichen werden. Ein derartiges Schema kann dann als zentrale Grundlage für andere Forschungsvorhaben bezüglich virtueller Welten dienen. Besonders naheliegend ist dabei der Einsatz im Rahmen von Arbeiten, die sich mit den Herausforderungen virtueller Welten im Allgemeinen beschäftigen und im Kontext einer notwendigen Positionierung ein derartiges Modell bedürfen. Hierzu zählen insbesondere Fallstudien; aber auch literaturbasierte Aufsätze mit diversen Zielsetzungen erfordern womöglich im Rahmen der Verortung einer oder mehrerer betrachteter virtueller Welten ein konsistentes Fundament. Außerdem kann ein solches Modell seinen Einsatz auch innerhalb empirischer Forschungsarbeiten finden. Diesbezüglich bietet es sich an, die dadurch vorgenommene Positionierung und Abgrenzung neuer Formen virtueller Welten im Rahmen von Gruppendiskussionen oder Experteninterviews zu evaluieren und zugleich eine Operationalisierung messbarer Variablen zu erreichen. Letztlich kann ein derartiges Schema auch für Entwickler virtueller Welten hilfreich sein, um Marktstrukturen und -potentiale erkennen zu können.

Im Folgenden wird zunächst in Abschnitt 2 ein grundlegendes Verständnis über virtuelle Welten und deren wissenschaftliche Bedeutung vermittelt. Im Anschluss werden in Abschnitt 3 die bisherigen Differenzierungsansätze, welche sich in der Literatur finden lassen, aufgegriffen und bewertet. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 4 das Klassifikationsschema entwickelt, indem die verschiedenen Ansätze kombiniert und ebenfalls in der Literatur zu findende Bewertungskriterien zur fundierten Gruppierung virtueller Welten integriert werden. Dabei werden zur Veranschaulichung die Welten *World of Warcraft*, *RuneScape*, *Entropia Universe* und *Second Life* herangezogen. Abschnitt 5 fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und gibt Implikationen für die Zukunft.

## **2 Virtuelle Welten – Definition, Entwicklung und wissenschaftliches Interesse**

Bezüglich der Definition virtueller Welten finden sich in der Literatur verschiedene Herangehensweisen. Zunächst erklärt Castronova, dass drei wichtige Merkmale erfüllt sein müssen. Erstens ermöglicht eine virtuelle Welt die computerbasierte, meist internetbasierte Interaktion zwischen einer Vielzahl von Nutzern. Zweitens wird bei einer virtuellen Welt eine Parallelwelt simuliert, welche aus einer Ein-Personen-Perspektive wahrgenommen wird. Drittens ist die virtuelle Welt persistent, d.h. ihre Weiterentwicklung erfolgt kontinuierlich und unabhängig von der Anwesenheit der unterschiedlichen Mitglieder (vgl. [6][7]). Eine kompaktere Charakterisierung liefert Schröder. Er schreibt: „Virtual worlds are persistent virtual environments in which people experience others as being there with them – and where they can interact with them (vgl. [26]).“ Auf den ersten Blick definieren Castronova und Schröder virtuelle Welten auf gleiche Weise. Bei beiden Herangehensweisen sind offensichtlich die Betonung der Persistenz und die Interaktion zwischen mehreren Personen von Bedeutung. Während Castronova jedoch eine virtuelle Welt konkret als Simulation einer Parallelwelt aus der Ein-Personen-Perspektive beschreibt, bleibt

Schröder an dieser Stelle ungenau. Aus seiner Definition geht nur hervor, dass es sich bei virtuellen Welten um eine spezielle Ausprägung einer virtuellen Umgebung handelt. Dabei gilt die Persistenz als das wesentliche Unterscheidungsmerkmal gegenüber anderen Formen virtueller Umgebungen, zu denen er auch Umgebungen im Kontext virtueller Realität zählt. Schließlich definiert Bell virtuelle Welten wie folgt: „A synchronous, persistent network of people, represented as avatars, facilitated by networked computers (vgl. [2]).“ Es wird deutlich, dass er die Synchronität hinsichtlich der stattfindenden Interaktion als relevanten Faktor ergänzt. Fasst man die Kernaussagen der drei Herangehensweisen von Castronova, Schröder und Bell zusammen, dann handelt es sich bei virtuellen Welten um netzwerkbasierte, persistente und soziale virtuelle Umgebungen, die als Abbild einer Parallelwelt funktionieren und in denen eine Vielzahl von Nutzern, repräsentiert durch ihre Avatare, der synchronen Interaktion mit anderen Nutzern nachgehen können.

Die historischen Anfänge virtueller Welten manifestieren sich in der Entwicklung des ersten MUD von Richard Bartle und Roy Trubshaw im Jahre 1978. MUD, ein Akronym für Multi-User-Dungeon, bzw. später MUD1, war die erste netzwerkbasierte Computerumgebung im ARPANET, welche es einer Vielzahl von Akteuren erlaubte, zur gleichen Zeit miteinander zu interagieren. Die Kommunikation in MUD fand allerdings textbasiert auf einer Kommandoebene statt (vgl. [1]). Im Laufe der Zeit wurden dann zunehmend grafisch basierte virtuelle Welten entwickelt, deren Höhepunkt sich in der Bedienung durch 3D-Benutzeroberflächen findet. Die Etablierung grafischer Benutzeroberflächen hat zudem zu einer neuen Form der Steuerung für den Nutzer innerhalb der Welt geführt. Fortan war es möglich, durch eine Figur, den bereits erwähnten Avatar, repräsentiert zu werden und zu interagieren. Als die erste 3D-basierte, internetgestützte und für mehrere Akteure konzipierte virtuelle Welt kann Meridian59 aus dem Jahre 1996 genannt werden. Seit Ende der 1990er sind unzählige weitere virtuelle Welten auf dem Markt erschienen (vgl. [1][24]).

Virtuelle Welten sind zu ernstzunehmenden sozialen Gebilden herangewachsen, in denen sich vielfältige Entwicklungen beobachten lassen. Diese sind für zahlreiche Forschungsbereiche von Interesse: Im Bereich der Soziologie und Psychologie geht es um die Untersuchung der Motivation der Akteure und die psychologische Bedeutung ihres Handelns (vgl. [30][18]). Die Pädagogik hingegen behandelt vor allem die Eignung virtueller Welten als neue Plattformen im Bereich e-Learning (vgl. [11]). Der rechtswissenschaftliche Bereich greift Fragestellungen hinsichtlich der Anwendung und Interpretation von Verfügungsrechten an virtuellen Gütern, der Bewertung der Legislative in virtuellen Welten und ihrer Übertragung auf die reale Welt sowie den Einsatz der Legislative der realen Welt zur Bewertung von Vorgängen in virtuellen Welten auf (vgl. [13][9]). Schließlich betrachtet die Wirtschaftswissenschaft einerseits mit den unterschiedlichen Geschäftsmodellen die betriebswirtschaftliche und andererseits mit den ökonomischen Vorgängen innerhalb der Welten die volkswirtschaftliche Komponente (vgl. [4][6]).

### 3 Charakterisierungsansätze

Die steigende Anzahl virtueller Welten hat dazu geführt, dass diverse Charakterisierungsansätze in der Literatur entstanden sind. So finden sich unter anderem Unterscheidungen in „soziale Welten“ und „Onlinespiele“ (vgl. [17]) oder auch „Parallelwelten“ und „Onlinespiele“ (vgl. [27]). Derartige streng dichotome Unterscheidungen werfen jedoch die Frage auf, ob sie einwandfrei zutreffen, zumal sie oftmals nur bedingt begründet werden. Beispielsweise gilt es zu hinterfragen, ob es sich bei Onlinespielen nicht auch um soziale Welten handelt oder ob sie nicht auch

eine Art Parallelwelt darstellen. Welche Faktoren begründen den „sozialen“ Aspekt oder den einer Parallelwelt? Ist es nicht vielmehr so, dass auch in Onlinespielen soziale Interaktionen, wie beispielsweise die Kommunikation mit anderen Nutzern, stattfinden, welche eine Bezeichnung als soziale Welt ebenfalls rechtfertigen? Und können Onlinespiele – in Anlehnung an die Definition von Castronova – nicht auch als eine Art zur realen Welt verschiedene Parallelwelt, in welche die Nutzer fliehen, verstanden werden? Es wird also unmittelbar klar, dass eine eindeutige Trennschärfe bei einer derartigen Differenzierung fehlt bzw. nicht einwandfrei nachvollziehbar ist. Außerdem ist fraglich, ob bei einer solch unbegründeten Trennschärfe eine ausschließlich dichotome Betrachtungsweise angemessen ist. Neben diesen Einzelercheinungen an Abgrenzungsversuchen haben sich jedoch im Rahmen einer intensiven Literaturrecherche drei einschlägige Ansätze herauskristallisiert, welche die darin vorgestellten Differenzierungskonzepte ausführlich beschreiben und begründen. Diese Ansätze sollen nun als Ausgangsgrundlage dienen und deren Verwendbarkeit für ein Klassifikationsschema, welches diese Ansätze aufgreift und miteinander kombiniert, überprüft werden.

Zunächst findet sich bei Wesener eine Trennung in lineare und nichtlineare Spielkonzepte. Dabei werden virtuelle Welten dahingehend differenziert, dass bei linearen Spielkonzepten der Prozessverlauf von den Entwicklern vorgegeben ist und die Handlungen des Nutzers bestimmten vorimplementierten Ereignissen folgen, welche wiederum andere Ereignisse auslösen. Für die Erledigung von Aufgaben gibt es vorgeschriebene Lösungswege, wobei Alternativen nur in sehr eingeschränktem Ausmaß existieren. Bei den nichtlinearen Spielkonzepten gibt es hingegen keine inhaltlichen Vorgaben. Deshalb kann sich der Nutzer in diesen Welten sehr vielfältig im Rahmen der wenigen gegebenen Regeln bewegen und entfalten. Zugleich existieren dort auch keine Aufgaben, die es zu lösen gilt, um die Welt oder das Geschehen weiterzuentwickeln (vgl. [28]). Das Modell von Wesener ist in mehreren Punkten kritikwürdig. Erstens ist grundsätzlich zu hinterfragen, ob der Begriff des „Spielkonzepts“ und der dahinter stehende Gedanke, dass es sich grundsätzlich um Spiele handelt, sinnvoll sind. Denn bereits die ökonomische Bedeutung macht deutlich, dass die Interaktion in virtuellen Welten über ein Spiel hinausgeht (vgl. [19]). Zweitens wird bei linearen Welten von einem festdefinierten Ende ausgegangen. Ein solches Ende wird aber bei vielen Welten dieser Art niemals erreicht. Obwohl zwar ein maximaler Level definiert sein kann, bedeutet dies nicht, dass nach Erreichen dieses Levels gleichzeitig das „Spiel“ abgeschlossen und beendet ist. Vielmehr kann der Akteur dann noch beliebig lange weiter„spielen“ (vgl. [12]). Drittens ist der Aspekt der figuralen Substitution und direkten Identifikation wenig überzeugend. Dieser Gesichtspunkt bezieht sich offensichtlich auf die Repräsentation des Nutzers durch einen Avatar, welche gemäß diesem Ansatz ausschließlich bei linearen Welten vorkommt. So heißt es in Bezug auf nichtlineare Welten: „Die Steuerung erfolgt [...] per Menüsystem und ein individueller Bildschirmrepräsentant entfällt. (...) Um dem Spieler eine Möglichkeit zur eigenen Entfaltung eines Weges zur Erlangung der Kontrolle über das Bildschirmspiel zu geben, darf das Konzept des Spiels nicht an eine vordefinierte Figur gebunden sein, deren Existenz auch gleichbedeutend mit dem Aufenthalt des Spielers in der virtuellen Welt ist, denn so wird er aller nichtlinearen Gestaltungsmöglichkeiten beraubt (vgl. [28]).“ Eine Veranschaulichung dieser Aussage durch geeignete Beispiele fehlt. Somit wird nicht klar, welche virtuellen Welten durch diese Zweiteilung berücksichtigt werden. Die Anwendung dieses Kriteriums auf die schon erwähnten virtuellen Welten World of Warcraft und Second Life aber macht deutlich, dass dieses Unterscheidungskonzept, nicht nur aufgrund der fraglichen Begrifflichkeiten zur Differenzierung an sich, nur wenig geeignet ist. In Anlehnung an die oben genannten Aspekte, wäre demnach World of Warcraft als lineare Welt und Second

Life als nichtlineare Welt zu bezeichnen. Denn World of Warcraft verfügt mit seiner mystischen Welt über eine Hintergrundgeschichte, die auf der Existenz feindlich gesinnter Fraktionen aufbaut. Ferner existieren verschiedene Abenteuer, welche die Avatare sukzessiv erledigen sowie ein damit verbundenes Levelsystem, welches auf der Weiterentwicklung des Avatars beruht (vgl. [12]). All diese Kriterien fehlen in Second Life gänzlich. Zugleich ist aber festzustellen, dass die figurale Substitution bei Second Life weder abnimmt noch fehlt. Zwar wird auf vorgegebene Rollen verzichtet, dennoch erfolgen die direkte Identifikation und auch die Wahrnehmung in Second Life mithilfe eines Avatars, dessen Pflege oftmals oberste Priorität hat (vgl. [25]).

Ein zweiter Ansatz untergliedert stattdessen in strukturierte und unstrukturierte Welten. Gemäß Castronova ist bei virtuellen Welten grundsätzlich von unstrukturierten sozialen Welten auszugehen, die maßgeblich dazu dienen, eine Interaktion zwischen den darin agierenden Nutzern mithilfe ihrer Avatare zu ermöglichen. Die Entwickler schaffen hierfür die Rahmenbedingungen, überlassen den Spielern allerdings die weitere Entwicklung der Gesellschaft innerhalb der virtuellen Welt. Von einer gezielten Implementierung von Gefahren, einer Hintergrundgeschichte sowie Aufgaben oder Kämpfen wird abgesehen. Als das bekannteste Beispiel nennt Castronova an dieser Stelle Second Life. Der Strukturierungsgrad steigt dann mit der zunehmenden Einflussnahme des Betreibers hinsichtlich der Steuerung des Nutzerverhaltens. Dies kann auf unterschiedliche Art und Weise und in unterschiedlichem Ausmaß erfolgen. Demnach zeichnen sich strukturierte Welten insbesondere dadurch aus, dass Gefahren, Hintergrundgeschichte und Missionen vom Betreiber gezielt implementiert werden und mithilfe von Mechanismen der künstlichen Intelligenz die Entwicklung der Community erheblich beeinflusst wird. Als wichtige Mechanismen künstlicher Intelligenz gelten dabei die Nicht-Spieler-Charaktere (NSCs), bei denen es sich um vom System gesteuerte Avatare handelt. Sie werden von den Betreibern unter anderem deshalb eingesetzt, um auf ökonomische Entwicklungen in der virtuellen Welt reagieren zu können. Es wird deutlich, dass Castronova solche virtuelle Welten, welche das höchste Ausmaß an Struktur aufweisen, als Massively Multiplayer Online-Role Playing Games (MMORPGs) begreift. Er selbst nennt dabei insbesondere EverQuest als Vertreter, zumal er in dieser Welt auch seine ersten Forschungserkenntnisse gesammelt hat (vgl. [8]). Sicherlich ist es aber ebenfalls angebracht, World of Warcraft an dieser Stelle aufzuführen. Es lässt sich feststellen, dass der Ansatz von Castronova ebenso wie der von Wesener zunächst auf einer Dichotomie aufbaut. Im Vergleich zum Ansatz von Wesener fällt aber auf, dass die begriffliche Unterscheidung deutlich mehr Differenzierungspotential birgt. Während eine Zwischenform im Ansatz von Wesener wohl weniger denkbar ist, bedeutet die Möglichkeit der Entwicklung verschiedener Strukturierungsgrade eine deutlich höhere Flexibilität des Modells, welche offenbar von Castronova auch beabsichtigt ist. Denn ein derartiges vom Autor gewolltes Differenzierungspotential lässt sich auch dadurch erkennen, dass die Herangehensweise offensichtlich von einer erst dichotomen Betrachtungsweise in eine Verbindung der beiden Ausprägungen mündet. Castronova verfolgt hierbei eindeutig einen fließenden Übergang in der Unterscheidung, indem er hierfür ein hierarchisches Konzept zeichnet, welches darauf beruht, dass soziale, unstrukturierte Welten als übergeordneter Typus zu begreifen sind. MMORPGs beziehungsweise höchst strukturierte Welten sind somit als untergeordneter Typus zu verstehen. Allerdings lassen sich auch bei Castronova Differenzierungskriterien nur erahnen. Eine eindeutige Abgrenzung liegt nicht vor. Dies macht es schwierig, eine gewollte Abstufung des Strukturierungsgrades zu operationalisieren. Somit fehlt auch hier die konkrete Übertragung der genannten Beispiele in geeignete Unterscheidungskriterien.

Schließlich sei die Differenzierung von Bartle aufgegriffen. Bartle wirft in seinem Werk „Designing Virtual Worlds“ vielerlei Fragen auf, welche sich mit dem Aufbau virtueller Welten beschäftigen. Dabei zielt er insbesondere auf Aspekte ab, welche die Emotionen der Nutzer hinsichtlich der Ausgestaltung der Welt tangieren, wie zum Beispiel die empfundene Größe der virtuellen Welt, die Veranschaulichung von Erfolgen in Punktsystemen oder in Phrasen oder aber der empfundene Nutzen – dekorativ versus zweckmäßig – virtueller Gegenstände. Daneben beschäftigt er sich aber auch mit solchen Gesichtspunkten, welche die Steuerung des Nutzerverhaltens betreffen, und zieht dabei insbesondere die ökonomischen Eigenschaften virtueller Welten heran. Hierbei unterscheidet Bartle die Volkswirtschaften virtueller Welten in geschlossene und offene Ökonomien. Relevant ist dann, ob und wie diese mit denen der realen Welt verbunden sind. Welten mit einer offenen Ökonomie, wie zum Beispiel Second Life, werden von ihren Betreibern bewusst mit den Volkswirtschaften der realen Welt verknüpft, indem echtes Geld in die Währung der virtuellen Welt und umgekehrt legal getauscht werden kann. Der Wechselkurs zwischen USD und der virtuellen Währung Linden Dollar basiert dabei auf keinem festen Verhältnis, sondern folgt dem Angebot und Nachfrage auf dem virtuellen Geldmarkt des Linden Dollar, dem LindeX. Im Gegensatz dazu versuchen die Betreiber solcher Welten mit geschlossenen Ökonomien diese bewusst frei von Einflüssen der realen Welt zu halten. Das heißt, dass der Umtausch von echtem in virtuelles Geld und umgekehrt weder vorgesehen noch gewollt ist (vgl. [1]). An dieser Stelle sei erneut World of Warcraft genannt. Das Konzept von Bartle hebt sich vor allem deshalb von den anderen beiden Ansätzen ab, dass er nur ein einziges Unterscheidungskriterium, das Wirtschaftssystem virtueller Welten, thematisiert. Ferner wirkt die Unterscheidung virtueller Welten auf Grundlage des implementierten Wirtschaftssystems zunächst sehr dichotom. Die ausführlichen Erläuterungen von Bartle machen jedoch deutlich, dass er bei seiner Differenzierung das Ausmaß der Geschlossenheit beziehungsweise Offenheit des Wirtschaftssystems einer virtuellen Welt durchaus als flexibel begreift, so dass Abstufungen denkbar sind. Beispielsweise kann sich ein offenes Wirtschaftssystem dadurch unterscheiden, indem der Wechselkurs zwischen realer und virtueller Währung festdefiniert ist oder dem Aufeinandertreffen von Angebot und Nachfrage folgt. Obgleich Bartle sich also nur auf ein einziges Unterscheidungskriterium beschränkt, ist zu erkennen, dass er dieses Kriterium sehr ausführlich diskutiert, indem er Vor- und Nachteile sowie mögliche Modifikationen aufgreift.

Stellt man die drei vorgestellten Konzepte einander gegenüber, so lässt sich eine Bewertung wie folgt zusammenfassen:

- Die von Wesener getroffene Beschreibung der entwickelten Dichotomie ist aus genannten Gründen als fragwürdig einzustufen, ebenso wie die entwickelte Benennung der Dichotomie selbst. Des Weiteren fehlt die Einordnung genannter Unterscheidungsbeispiele in konkrete Kriterien.
- Bei der von Castronova aufgestellten Differenzierung ist die Begrifflichkeit deutlich fundierter. Außerdem wird weniger eine Dichotomie, sondern vielmehr eine Hierarchie aufgezeigt. Insofern sind in diesem Konzept Zwischenstufen denkbar. Allerdings fehlt auch hier die zielführende Einbettung genannter Beispiele in wohl definierte Kriterien.
- Das Modell von Bartle berücksichtigt nur ein einziges Bewertungskriterium, so dass dieses Modell allenfalls als Ergänzung zu anderen Ansätzen hinzugezogen werden sollte. Positiv zu bewerten ist jedoch, dass er das Kriterium der Eigenart des Wirtschaftssystems einer virtuellen Welt nicht als Dichotomie begreift, sondern Vor- und Nachteile der beiden Randausprägungen sowie mögliche Modifikationen und somit potentielle Zwischenstufen betrachtet.



Schließlich kann festgestellt werden, dass alle drei vorgestellten Differenzierungsansätze die Abgrenzung virtueller Welten insbesondere mit dem unterschiedlichen Einfluss der Betreiber auf die Ausgestaltung der Welt begründen. Dabei werden lediglich andere Bewertungsmaßstäbe zugrunde gelegt. Eine explizite Ordnung der Bewertungsmaßstäbe auf Grundlage überprüfbarer Strukturierungskriterien erfolgt jedoch nicht.

## 4 Strukturierungskriterien

Nach Mennecke bietet es sich an, die beiden Ansätze von Castronova und Bartle gemeinsam zu betrachten und miteinander zu kombinieren. Der Ansatz von Wesener bleibt dabei gänzlich unberücksichtigt, was wohl insbesondere darauf zurückzuführen sein dürfte, dass die anderen beiden Autoren dem angelsächsischen Raum zuzuordnen sind. Mennecke schlägt vor, dass einerseits von strukturierten Welten mit geschlossenen Ökonomien und andererseits von unstrukturierten Welten mit offenen Ökonomien gesprochen werden sollte (vgl. [20]). Unter Berücksichtigung dieses Vorschlages ist es dann sinnvoll, die beiden Ausprägungen nicht als Dichotomie zu begreifen, sondern als die beiden Randausprägungen eines Spektrums. Denn nur so ist es möglich, auch solche Welten klassifizieren zu können, welche sich nicht eindeutig einer der beiden Randausprägungen zuordnen lassen (vgl. [21]). Im Gegensatz zu den Dichotomien, welche durch die eingangs vorgestellten Beispiele aufgegriffen wurden, lassen sich diese beiden Konzepte von Castronova und Bartle durch fundierte Kriterien in ein Spektrum überführen. Die einwandfreie Zuordnung von Welten innerhalb dieses Spektrums ist aber nur dann umsetzbar, wenn geeignete Kriterien vorliegen, mit deren Hilfe die jeweilige Welt im Spektrum positioniert werden kann. Auf dieses Problem ist aber bei keinem der vorgestellten Ansätze eine eindeutige Antwort zu finden. Jedoch erarbeitet Camp drei explizite Kriterien zur Differenzierung strukturierter und unstrukturierter Welten, welche in die kombinierte Betrachtung nach Mennecke integriert werden sollen.

Erstens führt Camp die Vorgabe von Rollen auf und meint damit die Bindung unterschiedlicher, festgelegter Stärken und Schwächen an den Avatar in Abhängigkeit von bestimmten Charaktereigenschaften (vgl. [5]). Im Konkreten zieht er zur Veranschaulichung die virtuelle Welt von World of Warcraft heran. Dort existieren unterschiedliche Völker und Klassen, wie zum Beispiel Magier und Krieger. Diese Rassen unterscheiden sich unter anderem darin, dass ein Krieger zur Verteidigung seine Schlagkraft nutzt, während der Magier für seine Defensive von seinem Mana Gebrauch macht. Insofern dieses Kriterium auf eine virtuelle Welt zutrifft, ist diese bereits als äußerst strukturiert zu bezeichnen, da die Entfaltungsmöglichkeiten des Avatars durch den Betreiber beeinflusst und sehr eng vorgegeben werden. Zweitens nennt Camp die Existenz vorimplementierter Herausforderungen und Ziele. Hierunter versteht er das Vorhandensein von Aufgaben und Abenteuern, die es durch den Avatar zu bewältigen gilt, sowie implementierte Fähigkeiten, welche durch die wiederholte Ausführung bestimmter, vorgegebener Tätigkeiten ständig verbessert werden können. In strukturierten Welten sind diese Herausforderungen und Ziele oftmals an ein Levelsystem gebunden, so dass die Komplexität der Spielziele in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand des Avatars steigt (vgl. [5][13]). Drittens existieren in strukturierten Welten laut Camp „komplexe Regeln“ in Bezug auf die Interaktion der Nutzer sowohl untereinander als auch mit den NSCs. Was genau damit gemeint ist, erklärt Camp jedoch nicht. Seine weiteren Ausführungen lassen aber darauf schließen, dass er damit einerseits die Existenz von NSCs im Allgemeinen und andererseits die Kontrolle des Betreibers hinsichtlich der in der Welt zur Verfügung stehenden Gegenstände meint (vgl. [5][25]).

Wenn alle drei Kriterien auf eine virtuelle Welt zutreffen, dann ist diese somit als höchst strukturiert zu bezeichnen. Trifft keines der drei Kriterien zu, so ist hingegen von einer völlig unstrukturierten Welt zu sprechen. Insofern die Kriterien teilweise nachgewiesen werden können, ist die jeweilige Welt inmitten des Spektrums zu positionieren. Letztlich ist dann noch der Aspekt der Ökonomie zu bewerten, wobei die Offenheit der Ökonomie offensichtlich mit steigendem Strukturierungsgrad der Welt abnimmt. Wie bereits erwähnt, lassen sich die beiden genannten Welten World of Warcraft und Second Life jeweils an den Enden des Spektrums positionieren. Für die Veranschaulichung des Ansatzes für Welten inmitten des Spektrums werden exemplarisch die beiden Welten RuneScape und Entropia Universe herangezogen. RuneScape verfügt laut einer Internetstatistik hinsichtlich der Mitgliederzahlen die zweithöchsten Nutzerzahlen direkt hinter World of Warcraft und ist somit das webbasierte Online-Rollenspiel mit den meisten Nutzern (vgl. [29]). Die Betrachtung von Entropia Universe begründet sich darin, dass sich diese virtuelle Welt, wie auch Second Life, durch ihre offene Ökonomie von anderen Welten abgrenzt. Im Gegensatz zu Second Life gilt ein von Betreiber MindArk festgelegter Wechselkurs (vgl. [10][23]).

Von der Hintergrundgeschichte her baut RuneScape auf die mittelalterliche Fantasiewelt Gielinor auf. Mit RuneScape liegt eine virtuelle Welt vor, welche überwiegend als strukturierte Welt bezeichnet werden kann. Allerdings gibt es – im Gegensatz zu World of Warcraft – in RuneScape keine Rollen und somit auch keine rollenbedingten Stärken und Schwächen, so dass es jedem Spieler gleichermaßen möglich ist, seine Fertigkeiten weiterzuentwickeln (vgl. [22]). Die Fertigkeiten werden dabei in Stufen gemessen. Gleichzeitig wird aus diesen Teilstufen eine Gesamtstufe berechnet. Somit baut RuneScape auf einem Levelsystem auf. Dies hat zur Folge, dass bestimmte Abenteuer, welche vom Spieler freiwillig ausgewählt werden können, an bestimmte Mindestanforderungen in Bezug auf die verschiedenen Teilstufen geknüpft sind (vgl. [14]). Das Kriterium der vorgegebenen Herausforderungen und Ziele wird dahingehend erfüllt, dass die Spieler in RuneScape entweder losziehen, um implementierte Abenteuer zu bestehen, oder aber Fertigkeiten entwickeln, um die unterschiedlichen Abenteuer zu lösen und Tätigkeiten ausüben zu können. Ferner existieren in RuneScape eine Reihe von NSCs, welche insbesondere im Kontext von Abenteuern und Aufgaben oder zur Abwicklung von Handelsaktionen in der großen Markthalle auftreten (vgl. [15]). Das ökonomische System der Welt ist wie das von World of Warcraft als geschlossen zu bezeichnen (vgl. [3]).

Entropia Universe spielt in einer Science-Fiction-Umgebung auf dem Planeten Calypso, auf dem der Spieler als menschliche Gestalt auftritt und als Kolonist agiert (vgl. [16][24]). Orientiert an den aufgestellten Kriterien, können strukturierte Elemente dahingehend festgestellt werden, da im System vorgegeben wird, welche Berufe ein Avatar erlernen kann bzw. welche Fähigkeiten er ausbauen kann. Außerdem ist auch festgelegt, welchen Aktivitäten der Avatar nachgehen kann. Somit lassen sich vorgegebene Herausforderungen und Ziele, insbesondere in Form der vorgegebenen Fähigkeiten, finden. Umgekehrt ist aber festzuhalten, dass der Fortschritt der Fähigkeiten des Avatars zwar in Punkten gemessen wird, jedoch ist dieser Fortschritt nicht an ein Levelsystem geknüpft. Zudem basieren Kämpfe nicht auf Grundlage spezifischer Abenteuer oder Aufgaben, sondern ergeben sich maßgeblich aus den Berufen des Avatars. Im Vordergrund stehen stattdessen die Interaktion mit anderen Spielern, insbesondere im Handel, sowie die Ausübung von Berufen und Aktivitäten. Insofern ist Entropia Universe bezüglich des Aspekts der vorgegebenen Herausforderungen und Ziele weniger strukturiert als RuneScape. NSCs existieren in Entropia Universe ebenfalls, wobei die Interaktionsmöglichkeiten mit diesen jedoch sehr beschränkt sind. Das Kriterium der komplexen Regeln wird also auch in Entropia Universe

erfüllt. Nicht zutreffend ist der Aspekt der vorgegebenen Rollen, da diese in Entropia Universe wie auch in RuneScape gänzlich fehlen. Somit gibt es auch keine damit verbundenen Stärken oder Schwächen. Vielmehr ist es dem Avatar möglich, sämtliche Fähigkeiten nach beliebigem Maße auszubauen, wobei jeder Avatar mit den gleichen Ausgangsvoraussetzungen konfrontiert ist. Von großer Bedeutung ist das bereits erwähnte offene ökonomische System dieser virtuellen Welt. Denn die virtuelle Währung in Entropia Universe, der PED (Project Entropia Dollar), kann völlig legal sowohl gegen reales Geld erworben als auch in reales Geld umgetauscht werden. Bei einem direkten Wechsel von PED in USD und umgekehrt gilt ein fester Wechselkurs von 10:1 (PED:USD). Somit ist es möglich, durch den Kauf virtueller Währung mit echtem Geld die Transaktionen der virtuellen Ökonomie von Entropia Universe zu beeinflussen (vgl. [10]). Schließlich lassen sich die gewonnenen Erkenntnisse gemäß Bild 1 zusammenfassend darstellen:

		strukturierte, Welten mit geschlossener Ökonomie		unstrukturierte, Welten mit offener Ökonomie	
virtuelle Welt		World of Warcraft	RuneScape	Entropia Universe	Second Life
Kriterium					
vorgegebene Rollen		ja	nein	nein	nein
vorgegebene Herausforderungen und Ziele		ja	ja	ja	nein
komplexe Regeln		ja	ja	ja	nein
Ökonomie		geschlossen	geschlossen	offen	offen

**Bild 1: Klassifikationsschema virtueller Welten**

## 5 Zusammenfassung

Ziel dieses Beitrages war es, ein Klassifikationsschema für virtuelle Welten zu entwickeln. Als Ausgangsbasis wurden zunächst Definitionen vorgestellt, die Entwicklungsgeschichte virtueller Welten skizziert und die wissenschaftlichen Herausforderungen, welche sich durch virtuelle Welten ergeben, aufgezeigt. Die dadurch deutlich gewordene Bedeutung dieser Welten diente dem Anlass, drei Differenzierungskonzepte aufzugreifen und zu diskutieren. Während der Ansatz von Wesener aufgrund einiger argumentativer Schwachstellen als eher ungeeignet bewertet wurde, konnte hingegen aufbauend auf den beiden Ansätzen von Castronova und Bartle ein Klassifikationsschema entwickelt werden, welches in ein Spektrum mit strukturierten Welten mit geschlossener Ökonomie und unstrukturierten Welten mit offener Ökonomie unterscheidet. Im Anschluss wurden die Bewertungskriterien von Camp ergänzt. Zur Veranschaulichung wurde das Klassifikationsschema exemplarisch auf World of Warcraft, Second Life, RuneScape und Entropia Universe angewendet.

Die Diskussion hat gezeigt, dass eine Notwendigkeit bestand, ein Klassifikationsschema zu entwickeln, um eine Ordnung sowohl in die Unterschiedlichkeit der bislang existierenden Ansätze als auch in den mannigfaltigen Kosmos virtueller Welten zu bringen. Mit dem entwickelten

Modell ist es nun möglich, eine fundierte Einordnung anhand wohldefinierter Kriterien vorzunehmen, um virtuelle Welten einheitlich voneinander abzugrenzen. Es ist gelungen, geeignete Ansätze zu vereinen, so dass mehrere Facetten zur Charakterisierung einer virtuellen Welt mit einbezogen und berücksichtigt werden können. Die exemplarische Integration von vier Welten kann bereits als erste Etablierung des Modells verstanden werden. Um die Etablierung voranzutreiben, ist es sinnvoll, einerseits die Qualität der Bewertungskriterien zu verbessern und andererseits weitere Welten in das Modell einzuordnen. Eine Qualitätssteigerung der Bewertungskriterien kann beispielsweise dadurch erreicht werden, indem – wie bereits in der Einleitung angeregt – erklärende Variablen eines Kriteriums im Rahmen empirischer Arbeiten entwickelt werden und gegebenenfalls eine Gewichtung berücksichtigt wird. Dadurch wäre es unter anderem möglich, eine noch feinere Abstufung zwischen verschiedenen Welten zu erreichen und die Einordnung zu erleichtern. Schließlich sollte das Modell aber auch aufgrund der fortlaufenden Entstehung neuer Welten und neuer Konzepte stets weiterentwickelt und gegebenenfalls optimiert werden. So ist einerseits eine Verfeinerung möglich, das Modell bleibt aber andererseits dennoch anwendbar und klare Abgrenzungskriterien sind definiert. Insgesamt kann das Klassifikationsschema als ein erster Schritt in ein einheitliches Rahmenkonstrukt zur Charakterisierung virtueller Welten angesehen werden.

## 6 Literatur

- [1] Bartle, R (2004): Designing virtual worlds. New Riders, Berkeley, CA.
- [2] Bell, M (2008): Towards a Definition of "Virtual Worlds". *Journal of Virtual Worlds Research* 1(1):1-5.
- [3] Bray, D; Konsynski, B (2006): Virtual worlds, virtual economies, virtual institutions. *Virtual Worlds and New Realities Conference at Emory University*. Atlanta.
- [4] Breuer, M; Küpers, S (2007): Second Life und Business in virtuellen Welten. Elephant Seven AAG und Pixelpark Agentur Berlin, Berlin.
- [5] Camp, B (2007): The Play's the thing: A theory of taxing virtual worlds. *Hastings Law Journal* 59 (1):1-72.
- [6] Castronova, E (2001): Virtual worlds: A first-hand account of market and society on the cyberian frontier. *CESifo Working Papers* 618:1-40.
- [7] Castronova, E (2004): The right to play. *New York Law School Review* 49(1): 185-210.
- [8] Castronova, E (2005): Synthetic worlds. The University of Chicago Press, Chicago.
- [9] Duranske, B (2008): Virtual Law. American Bar Association (ABA), Chicago.
- [10] Entropia Planets (2010): Preface: A Real Cash Economy. [http://www.entropiaplanets.com/wiki/Preface:\\_A\\_Real\\_Cash\\_Economy](http://www.entropiaplanets.com/wiki/Preface:_A_Real_Cash_Economy). Aufgerufen am 13.11.2010.
- [11] Galarneau, L (2005): Spontaneous Communities of Learning: Learning Ecosystems in Massively Multiplayer Online Gaming environments. In: *Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views – Worlds in Play*. Vancouver.
- [12] Götzl, X; Pfeiffer, A; Primus, T (2008): MMORPGs 360° - virtuelle Welten & moderne Mediennutzung wissenschaftlich betrachtet. edition nove, Neckenmarkt.

- [13] Grimmelmann, J (2005): Virtual Worlds as comparative law. New York Law School Law Review 29:147–184.
- [14] Jagex (2009): Abenteuerübersicht – Die Ausgrabungsstätte. [http://www.runescape.com/l=1/kbase/viewarticle.ws?article\\_id=222](http://www.runescape.com/l=1/kbase/viewarticle.ws?article_id=222). Abgerufen am 06.08.2009.
- [15] Jagex (2009): Spielanleitung – Übersicht. <http://www.runescape.com/l=1/kbase/view.ws?guid=manual>. Abgerufen am 06.08.2009.
- [16] Lehdonvirta, V (2005): Real-money trade of virtual assets: new strategies for virtual world operators. In: Ipe, M (Hrsg), *Virtual Worlds*. Icfai University Press, Hyderabad.
- [17] Lober, A (2007): Virtuelle Welten werden real. Second Life, World of Warcraft & Co: Faszination, Gefahren, Business. Heise Zeitschriften Verlag Hannover.
- [18] Loke, J (2009): Identity and Gender in Second Life. In: Heider, D (Hrsg), *Living virtually*. Peter Lang Publishing, New York.
- [19] Mennecke, B et al. (2007): It's just a game, or is it? Real money, real income, and real tax in virtual worlds. Communications of the Association for Information Systems 20(1):134-141.
- [20] Mennecke, B et al. (2007): Second Life and other virtual worlds: A Roadmap for Research. Communications of the Association for Information Systems 22(1):371-388.
- [21] Miller, D (2008): Apples & Oranges, or Shades of Grey?. <http://economicsofvirtualworlds.blogspot.com/2008/04/apples-oranges-or-shades-of-grey.html>. Abgerufen am 15.04.2010.
- [22] Munro, A; Ferreira De Sousa, Y (2008): Truck, barter and exchange versus the endowment effect: virtual field experiments in an online game environment. MPRA Paper No. 8977, [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/8977/1/MPRA\\_paper\\_8977.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/8977/1/MPRA_paper_8977.pdf). Abgerufen am 22.03.2010.
- [23] o.V. (2010): Real Cash Economy Network. <http://rcenews.wordpress.com/>. Aufgerufen am 13.11.2010.
- [24] Schmitz, T (2007): Mit Multi-User-Dungeons fing alles an: Frühe Multiplayer-Online-Games. In: Lober, A (Hrsg), *Virtuelle Welten werden real. Second Life, World of Warcraft & Co: Faszination, Gefahren, Business*. Heise Zeitschriften Verlag, Hannover.
- [25] Schmitz, T (2007): »Soziale« Welten. In: Lober, A (Hrsg), *Virtuelle Welten werden real. Second Life, World of Warcraft & Co: Faszination, Gefahren, Business*. Heise Zeitschriften Verlag, Hannover.
- [26] Schröder, R (2008): Defining Virtual Worlds and Virtual Environments. Journal of Virtual Worlds Research 1(1):1-3.
- [27] Taeger, J (2010): Vertragsbeziehungen zwischen Betreibern und Nutzern von virtuellen Welten. In: Taeger, J et al. (Hrsg), *Rechtsfragen virtueller Welten*. OIWiR Verlag, Edewecht.
- [28] Wesener, S (2004): Spielen in virtuellen Welten. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [29] Woodcock, B (2008): MMOGCHART.COM – “Charting the future of the MMOG industry”. <http://www.mmogchart.com>. Abgerufen am 27.10.2009.
- [30] Yee, N (2007): The Proteus Effect: Behavioral modification via transformations of digital self-representation. Dissertation, Stanford University, Stanford.



# Postadoption virtueller Welten am Beispiel „World of Warcraft“

**Danny Pannicke, Rüdiger Zarnekow**

Technische Universität Berlin, Fachgebiet IuK-Management, 10623 Berlin,  
E-Mail: danny.pannicke@tu-berlin.de, ruediger.zarnekow@tu-berlin.de

## Abstract

Virtuelle Welten bieten Unterhaltungsdienstleistungen für ein Millionenpublikum. Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik lassen sich virtuelle Welten als hedonistische Informationssysteme klassifizieren, ihre Nutzung ist primär intrinsisch motiviert. Im Vergleich zu utilitaristischen Informationssystemen ist das Benutzerverhalten in der Postadoptionsphase solcher Systeme bisher wenig erforscht. Die vorliegende Studie trägt zur Schließung dieser Forschungslücke bei, indem nach den wesentlichen Einflussfaktoren auf das Benutzerverhalten im Kontext der virtuellen Spielwelt World of Warcraft gefragt wird. Zu diesem Zweck wurden 10 Interviews mit erfahrenen Spielern durchgeführt und qualitativ ausgewertet. Die Ergebnisse vertiefen das Verständnis der Wirkungsweise zweier zentraler Mechanismen des Postadoptionsverhaltens: zum Ersten ein Dedication-Mechanismus, in dessen Zentrum die Loyalität des Nutzers steht, und zum Zweiten ein Constraint-Mechanismus, der sich auf die wahrgenommenen Wechselkosten bezieht.

## 1 Einleitung

Virtuelle Welten sind computergenerierte Umgebungen, in denen Menschen, vermittelt durch ihre künstlichen Repräsentanten (Avatare), miteinander und mit den Objekten der Welt interagieren [6]. Die Ursprünge virtueller Welten sind in den ersten Implementierungen text-basierter Rollenspiele (sogenannter MUDs = Multi-User Dungeon) um das Jahr 1979 zu sehen [3]. Mit der zunehmenden Ausbreitung des Internets wurden virtuelle Welten über die Grenzen der Universitätsnetze hinaus einem größeren Publikum zugänglich und konnten erste kommerzielle Erfolge verbuchen. Mit sinkenden Verbindungskosten, der immer breiteren Verfügbarkeit von Internetanschlüssen, den wachsenden grafischen Fähigkeiten der Hardware und der Entwicklung und Durchsetzung von Geschäftsmodellen, die zu regelmäßigen Zahlungsströmen für die Benutzung führten, war der Weg geebnet für weitere Investitionen in eine Vielzahl neuartiger und reichhaltiger virtueller Welten [19].

Die in der Folge entwickelten Welten unterschiedlicher Genres (z. B. Science Fiction, Medieval Fantasy etc.) hatten insofern einen eindeutigen Spielcharakter, als dass es darum ging, sich in die Welt einzudenken, eine Spielfigur zu übernehmen und vorgesehene Spielziele zu erreichen. Diese Grundstruktur virtueller Spielwelten hat sich bis zu ihren heutigen Vertretern, sogenannten

MMORPGs (Massively Multiplayer Online Role-Playing Games) wie World of Warcraft (WoW) der Firma Blizzard Entertainment mit über 11 Millionen angemeldeten Spielern, erhalten.

Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik sind virtuelle Welten als hedonistische Informationssysteme zu klassifizieren. Hedonistische Informationssysteme sind computergestützte, interaktive Systeme, deren Nutzung zu einem wesentlichen Anteil intrinsisch motiviert ist. Die Nutzungshandlung wird aus sich selbst heraus zum Ziel der Systeminteraktion, in dem diese auf die Erfahrungsqualität und Lebensfreude der Nutzer ausgerichtet ist. Zur Postadoption hedonistischer Informationssysteme liegen bislang – im Vergleich zu utilitaristischen Informationssystemen – wenige Forschungsergebnisse vor ([25], [14], [7]). In einer früheren Studie haben die Autoren ein Postadoptionsmodell für virtuelle Welten entwickelt und empirisch überprüft [20]. Der vorliegende Beitrag knüpft an diese frühere Studie an, indem die theoretisch fundierten und quantitativ gemessenen Zusammenhänge qualitativ validiert und weiter differenziert werden. Der Beitrag fragt nach den Wirkmechanismen und Mustern des Postadoptionsverhaltens im Kontext virtueller Spielwelten. Zu diesem Zweck wurden Interviews mit 10 Spielern von World of Warcraft durchgeführt und nach der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet.

Der weitere Aufbau des Beitrags gliedert sich wie folgt. Im zweiten Abschnitt wird zunächst die Spielwelt World of Warcraft als Forschungsfeld erschlossen. Die theoretische Einordnung des Beitrags erfolgt im dritten Abschnitt. Der vierte Abschnitt dient der Erläuterung des methodischen Vorgehens. Die Auswertung der empirischen Daten wird im fünften Abschnitt präsentiert. Die Diskussion der Ergebnisse und der Limitationen der Studie beschließt den Beitrag.

## 2 Erschließung des Forschungsfeldes

Marktführer im Bereich virtueller Spielwelten ist die 2004 von Blizzard Entertainment veröffentlichte Welt World of Warcraft mit mehr als 11 Millionen Benutzern zum Zeitpunkt der Erhebung. Auf die Erstversion folgten bisher drei Erweiterungen des Contents: The Burning Crusade (2007), Wrath of the Lich King (2008), Cataclysm (2010).

Den Hintergrund des Rollenspiels bildet die Fantasiewelt „Azeroth“ mit ihren unterschiedlichen Kontinenten und den Fraktionen Allianz und Horde. Der Spieler entscheidet sich zu Beginn des Spiels für eine Fraktion und übernimmt eine oder mehrere Rollen. Für die jeweiligen Rollen ist ein Lern- und Erfahrungsprozess vorgesehen, in dem die Spieler mit Aufgaben (Quests) wachsenden Schwierigkeitsgrads konfrontiert werden. Innerhalb dieses Prozesses hat der Spieler Freiheitsgrade, er kann sich frei durch die Welt bewegen und wählt seine Aufgaben aus einer Vielzahl von Möglichkeiten. Die Aufgabenbeschreibung folgt dabei einer festen Struktur aus Aufgabengeber, Hintergrundgeschichte, Ziel und in Aussicht gestellter Belohnung, wie etwa neue Fähigkeiten oder wertvolle Gegenstände [26]. Abhängig von den bewältigten Aufgaben steigt auch der Rang innerhalb der Erfahrungshierarchie (Level) und damit die Reputation des Spielers. Mit der Erweiterung Cataclysm ist Level 85 das höchste zu erreichende Spielerniveau.

Das Spiel in Gruppen wird in World of Warcraft dadurch motiviert, dass manche Spielziele (vor allem für erfahrene Spieler) nur durch mehrere Spieler gemeinsam erreicht werden können. In sogenannten Raids (Raubzug) kooperieren bis zu 40 Spieler. Für die Durchführung entsprechender Spielzüge wird der Gruppe eine Instanz, d.h. ein für andere Spieler nicht zugängliches Areal, eröffnet. Entsprechende Gruppen von Spielern finden sich entweder spontan zusammen



oder sind in Spielergemeinschaften (Gilden) organisiert. In den Gilden gibt es typischerweise Organisationspraktiken und Regeln für die Vorbereitung und Durchführung entsprechender Spielzüge.

World of Warcraft's Interaktionskonzept stellt unterschiedliche Typen von Spiel-Servern bereit: Während im PvE-Modus (Player versus Environment) die Gegner durch computergesteuerte Figuren (Non-Player-Characters) dargestellt werden, können die Spieler im PvP-Modus (Player versus Player) gegeneinander kämpfen. Eine dritte Variante bilden Rollenspiel-Server, auf denen besondere Verhaltensregeln (z.B. hinsichtlich der Chat-Kommunikation) gelten, um das Erleben der Welt weiter zu verstärken. Die Kommunikation innerhalb des Spiels wird durch eine entsprechende Kommunikationsinfrastruktur (Chat-Funktion) unterstützt. Typischerweise nutzen die Spieler zur Koordination auch externe Audio-Verbindungen (z.B. TeamSpeak). Jenseits der virtuellen Welt gibt es einen regen Austausch über Erlebnisse, Spielstrategien und Hilfsmittel in Internet-Foren bzw. in speziellen Nutzer-Gruppen innerhalb von sozialen Netzwerken. Die Foren sind insbesondere Orte, um Spielpartner zu finden oder sich einer Gilde anzuschließen. Für World of Warcraft steht diesbezüglich auch das sogenannte BattleNet zur Verfügung, eine von Blizzard Entertainment betriebene Community-Seite.

### 3 Theoretische Einordnung

In der Adoptions- und Akzeptanzforschung werden typischerweise drei Phasen (zum Teil mit weiteren Differenzierungen) unterschieden: eine Pre-Adoptionsphase, eine Kauf- bzw. Entscheidungsphase und eine Post-Adoptionsphase ([14], [20]). Eine Vielzahl von Studien bezieht sich auf die Pre-Adoptionsphase. Als theoretische Fundierung der Modelle dienen meist sozialpsychologische Theorien kognitiver Verarbeitungsprozesse, insbesondere die Theory of Planned Behaviour [1] und die Theory of Reasoned Action [11]. Das am meisten bestätigte Modell ist dabei das Technology Acceptance Model [10], in dessen Mittelpunkt Kognitionen zur Nützlichkeit und Einfachheit eines Informationssystems stehen. In Bezug auf die Post-Adoptionsphase wurden Modelle entwickelt, die die Erfahrungen mit dem System und die Nutzungsgewohnheiten des Benutzers integrieren (zu einem Überblick vgl. [14]). Die Integration der Nutzungserfahrungen bleibt in diesen Post-Adoptionsmodellen jedoch vergleichsweise oberflächlich und wird den spezifischen Investitionen des Nutzers in der Interaktionsgeschichte kaum gerecht.

Einen Ansatz zur Überwindung dieser Schwäche der entwickelten Post-Adoptionsmodelle bietet die Literatur zum Kundenbeziehungsmanagement, die zwei zentrale Aspekte für die Steuerung der Kundenbeziehung herausstellt: Loyalität und Wechselkosten ([18], [28], [13]). Die theoretische Fundierung dieser Aspekte erfolgt über die Social Exchange Theory, nach der Menschen sich im Wesentlichen aus zwei Gründen in einer Beziehung engagieren: "*either because they genuinely want to or because they believe that they have no option*" [27]. Der Mechanismus der Loyalitätsformung wird nach Bendapudi und Berry [4] als Dedication-Mechanismus bezeichnet. Der Einfluss der wahrgenommenen Zufriedenheit auf die Formung von Loyalität kann gerade in der Anfangsphase der Kundenbeziehung als besonders stark angenommen werden [18]. Im Verlauf der Beziehung erfolgen in der Regel spezifische, komplementäre Beiträge und Investitionen des Kunden, die bei einer Beendigung der Beziehung verloren sind. Diese Beiträge des Kunden beinhalten ökonomische (Investitionen in Zeit und Geld), soziale (entstandene Beziehungen) und psychische Aspekte (wie Gefühle der Verbundenheit und Sicherheit) und

werden als wahrgenommene Wechselkosten konzeptualisiert [5]. Das Bewusstsein um derartige Wechselkosten kann seinerseits Einfluss auf die Verhaltensweisen des Kunden nehmen. Dieser Mechanismus wird als Constraint-Mechanismus bezeichnet [4].

Eine Übertragung dieser Überlegungen zum Kundenbeziehungsmanagement auf den Kontext elektronischer Dienstleistungen wurde von Kim und Son [15] erarbeitet. Im Zentrum des Dedication-Mechanismus steht dabei die Loyalität mit ihren Determinanten wahrgenommene Nützlichkeit und Zufriedenheit mit der elektronischen Dienstleistung. Im Hinblick auf den Constraint-Mechanismus ergeben sich spezifische Determinanten für die Wechselkosten, da Kim und Son ihr Modell vor dem Hintergrund von Online Portalen entwickelt haben. Dies sind einerseits der zeitliche Aufwand für die Personalisierung des Portals und andererseits der Lernaufwand, der mit der Aneignung der spezifischen Struktur und Funktionsweise des jeweiligen Portals verbunden ist.

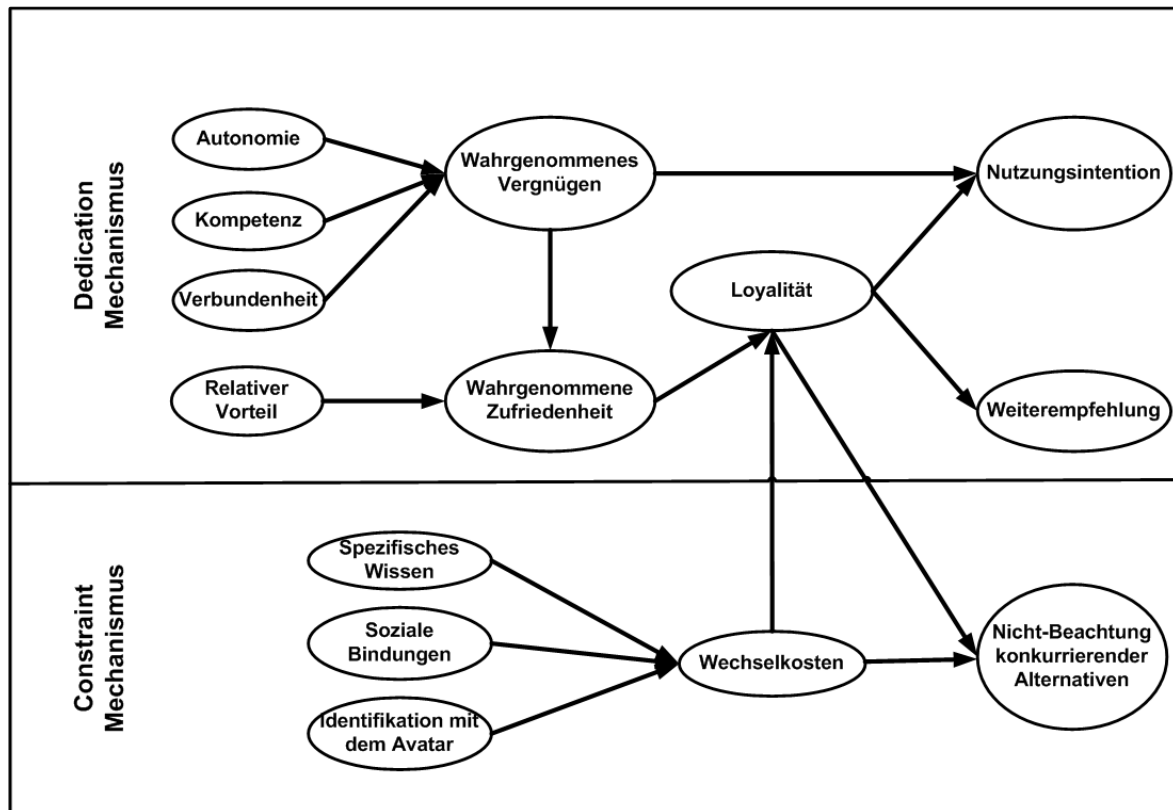
Da Informationssysteme ursprünglich vor allem in staatlichen Einrichtungen und Unternehmen eingesetzt wurden, lag der Fokus vieler Pre- und Post-Adoptionsmodelle auf professionellen Kontexten und den dort wirksamen, typischerweise utilitaristisch geprägten Determinanten. Mit zunehmender Bedeutung hedonistischer Informationssysteme, bei denen der Unterhaltungswert des Gebrauchs eine wichtige Rolle spielt, wurden auch Modelle für diesen Kontext entwickelt. Zur theoretischen Fundierung dieser Arbeiten werden meist Modelle zum hedonistischen Aspekt des Konsumentenverhaltens [2] herangezogen. Ein wichtiges Ergebnis dieser Übertragung ist die Einführung des Konstrukts des wahrgenommenen Vergnügens (Perceived Enjoyment) in entsprechende Post-Adoptionsmodelle ([7], [25], [16]). Die diesbezüglich entwickelten Modelle beschränken sich darauf, die grundsätzliche Bedeutung des wahrgenommenen Vergnügens auf die Nutzungsintention nachzuweisen, leisten jedoch keine angemessene Differenzierung der Mechanismen, die das Post-Adoptionsverhalten im Kontext hedonistischer Informationssysteme steuern. Insbesondere wird der aus den Wechselkosten resultierende Lock-in Effekt unseres Wissens in keiner Studie zu hedonistischen Informationssystemen thematisiert.

In einer früheren Studie haben die Autoren aufbauend auf dem Modell von Kim und Son [15] ein Postadoptionsmodell für virtuelle Welten entwickelt. Zur theoretischen Fundierung dienen dabei neben den früheren Postadoptionsmodellen die Social Exchange Theory [11] und die Self-Determination Theory [23]. Das Bild 1 zeigt das entwickelte Postadoptionsmodell im Überblick.

Im Gegensatz zu utilitaristischen Informationssystemen lässt sich für interaktive Unterhaltungsdienste nur schwer eine Nützlichkeit konstruieren, die auch als solche vom Benutzer intendiert ist. Die Nutzung ist primär intrinsisch motiviert und rechtfertigt sich aus dem Unterhaltungswert und der Freude am Spiel [25]. Nach der Self-Determination Theory ([23], [21]) kann angenommen werden, dass virtuelle Spielwelten vor allem dann als motivierend und unterhaltsam wahrgenommen werden, wenn der Spieler sich angemessen kompetent und herausgefordert fühlt, wenn er weitgehende Autonomie und Kontrolle über seine Handlungen empfindet und wenn er sich im Vollzug der Handlungen mit anderen Menschen verbunden fühlt. Die Loyalität wird als zentrale Variable des Dedication-Mechanismus angenommen.

Im Hinblick auf die Wechselkosten sind für den betrachteten Kontext virtueller Welten vor allem drei Aspekte von Bedeutung. Zum Ersten erwirbt der Benutzer im Rahmen des Spiels ein spezifisches Wissen um die Bedienelemente, die prinzipielle Struktur der Welt und ihre Regeln. Zum Zweiten entstehen im Rahmen der Spielinteraktionen soziale Beziehungen. Die stärkste Manifestation solcher Beziehungen sind sogenannte Gilden als vergleichsweise feste, hierarchische

Gruppenstruktur von Spielern. Zum Dritten können das Engagement und die mit der Entwicklung der Spielfigur verbrachte Zeit als Investitionen betrachtet werden. In den Spielfiguren sind der Erfahrungswert und die soziale Reputation gebunden, welche bei einem Wechsel in eine andere Welt nicht transferiert werden können. Aufgrund der Identifikation mit der Figur können insbesondere hohe emotionale Kosten angenommen werden, die in die individuelle Kalkulation der Wechselkosten eingehen.



**Bild 1:** Postadoptionsmodell für virtuelle Welten [20]

Der vorliegende Beitrag setzt auf dem entwickelten Post-Adoptionsmodell (Bild 1) auf und beabsichtigt ein tieferes Verständnis der theoretisch abgeleiteten Zusammenhänge auf der Basis eines interpretativen Ansatzes.

## 4 Methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden 10 etwa 1-stündige, Leitfaden-gestützte Interviews mit Spielern von World of Warcraft durchgeführt. Die Interview-Partner wurden durch einen Aufruf im Rahmen der Lehrveranstaltungen des Lehrstuhls für Informations- und Kommunikationsmanagement der Technischen Universität Berlin angesprochen. Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie war eine intensive Nutzungsphase der virtuellen Welt innerhalb des letzten Jahres.

Der Interview-Leitfaden bestand aus drei Teilen. In einem ersten Teil wurde nach dem Impuls zur Spielnutzung, ersten Erfahrungen in der Welt und dem weiteren Verlauf der Nutzungsgeschichte gefragt. Der zweite Teil bezog sich auf das Unterhaltungserleben und die verschiedenen Aspekte des Dedication-Mechanismus. Dabei wurde insbesondere nach der Zufriedenheit

und der empfundenen Loyalität gegenüber World of Warcraft gefragt. Der dritte Teil des Interviews thematisierte den Constraint-Mechanismus. Hierbei wurde nach den verschiedenen Aspekten der Wechselkosten und alternativen virtuellen Welten gefragt.

Vor dem Interview wurden die Teilnehmer gebeten, einen Kurzfragebogen zu soziodemographischen Daten und weiteren Aspekten der Spielnutzung auszufüllen. Alle Interview-Teilnehmer waren männlich, im Alter zwischen 22 und 32 Jahren und spielten mehrmals in der Woche World of Warcraft. Die Dauer einer Spiel-Session wird von der Mehrheit der Spieler mit 2-3 Stunden angegeben, wobei einige Spieler durchaus mehrere Sessions an einem Tag spielen. Bis auf einen Teilnehmer berichten alle Befragten, mehrere andere WoW-Spieler im persönlichen Umfeld zu haben.

Wissenschaftstheoretisch ist die Studie dem interpretativen Paradigma zuzuordnen. Der Beitrag beabsichtigt einen Erkenntnisgewinn durch ein interpretierendes Verstehen der Perspektive der Spieler von World of Warcraft. Die Auswertung des empirischen Materials erfolgte nach der Methode der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [17].

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Nutzungsgeschichte

Die Mehrzahl der befragten Spieler spielten vor World of Warcraft (WoW) bereits andere Spiele der Firma Blizzard Entertainment, insbesondere das Strategiespiel Warcraft III, dessen Rahmehandlung in WoW aufgenommen wird. Die Spieler wurden in der Regel durch Werbung und persönliche Empfehlungen anderer Spieler auf WoW aufmerksam. Als weitere wichtige Quelle für erste Informationen geben die Befragten Spiele-Zeitschriften an. Darüber hinaus berichten mehrere Befragte, an dem kostenlosen Beta-Test der virtuellen Welt teilgenommen zu haben und auf diese Weise „infiziert“ worden zu sein.

Im geschilderten Nutzungsverlauf der Befragten zeigen sich zahlreiche Ähnlichkeiten. Viele Befragte lernen sehr schnell andere Spieler im Spiel kennen oder beginnen das Spiel zeitgleich mit Freunden oder Verwandten. In kleinen Gruppen besteht man die ersten Abenteuer und beginnt seinen Charakter „hochzuleveln“, d.h. durch das Lösen der Spielaufgaben an Spielstärke und Erfahrung zu gewinnen. Nach dem Erreichen des höchsten Spielniveaus gewinnt das Gemeinschaftsspiel stark an Bedeutung. Nahezu alle Befragten schließen sich spätestens jetzt Gilden an, um an organisierten Raubzügen (Raids) teilzunehmen, die einzelnen Spielern nicht offen stehen. Parallel dazu entdecken besonders wettbewerbs-orientierte Spieler den Player-versus-Player-Modus für sich, in dem man in Kleingruppen gegen Spieler der gegnerischen Fraktion antritt. Typischerweise wird die Spielnutzung als regelmäßiger Termin (durch die Gilde organisiert vergleichbar einem Sportverein) in die Freizeitgestaltung integriert.

Mehrere der Befragten berichten von abnehmendem Unterhaltungserleben, nachdem die Spielaktivitäten ein gewisses Maß an Routine erreicht haben. Derartige Krisen werden oft durch neuen Content (Add-on) des Betreibers überwunden, da die Spieler darin neue Herausforderungen und Möglichkeiten erkennen. Alternativ übernehmen die Spieler einen neuen Charakter und lernen die virtuelle Welt aus einer anderen Perspektive kennen. Bei einem Teil der Spieler stellt sich auf diese Weise ein über Jahre kontinuierlicher Konsum ein.

Die Beendigung der Spielnutzung wird häufig durch den Zerfall der Spielgemeinschaften (Austritt wichtiger Bezugspersonen) oder Veränderungen der Lebensumstände der Spieler (z.B. Eintritt in das Berufsleben und damit verbundene Zeitlimitationen) eingeleitet. Mit der Beendigung der Spielnutzung wird der Charakter entweder eingefroren, um sich die Möglichkeit der Rückkehr offen zu halten, oder verkauft.

## 5.2 Dedication-Mechanismus

Aus den Schilderungen der Spieler geht hervor, dass der Aspekt der ständigen Herausforderung eine erste wichtige Säule des Unterhaltungserlebens darstellt. Die Spieler berichten von einem Entwicklungsprozess, der durch Kompetenzaufbau, korrespondierende Herausforderungen und verstärkende Belohnungen gekennzeichnet ist. Innerhalb dieses Prozesses gibt es erhebliche Freiheitsgrade, die dem Spieler eine Anpassung des Prozesses an seine individuellen Bedürfnisse und Motive erlauben. Wesentliche Parameter betreffen dabei die Wahl eines oder mehrerer Charaktere mit spezifischen Kompetenzprofilen (Krieger, Heiler etc.), der Grad an Imagination (Tiefe des Rollenspiels), die Art der Herausforderungen (Aufgaben, Player versus Player, Schlachtzüge), den Schwierigkeitsgrad und damit den optimalen Grad an individueller Frustration. WoW ist aus der Sicht der befragten Spieler niemals zu leicht oder zu schwer. Viele Befragte heben explizit den besonderen Freiheitsgrad (sich frei in der Welt bewegen, Art und Reihenfolge der Aufgaben selbst bestimmen) der virtuellen Welt im Gegensatz zu anderen Computerspielen hervor. Gleichzeitig berichten die Befragten von effektiven Orientierungshilfen, wie etwa den Hinweisen der Quest-Geber, so dass faktisch nie ein Zustand entsteht, in dem der Spieler nicht weiter weiß.

Die zweite Säule des Unterhaltungserlebens stellt die Verbundenheit mit anderen Spielern dar. Das alleinige Abarbeiten von Spiel-Aufgaben ist eher die Ausnahme. Typisch sind das gemeinsame Durchstreifen der Welt und die gemeinsame Bewältigung der Herausforderungen. Die Befragten berichten von dem guten Gefühl, einen wichtigen Beitrag in der Gruppe geleistet zu haben, gebraucht zu werden für die Lösung der Aufgaben, anerkannt und gewürdigt zu werden. Der Gruppenaspekt schließt dabei auch negatives Feedback ein, etwa wenn die Gruppe aufgrund eines individuellen Fehlers an einer Aufgabe scheitert. Typischerweise gehen die Themen der Kommunikation über das Spiel hinaus. Viele Befragte besprechen neben der Spielhandlung auch private Themen und haben Freundschaften geschlossen. Dabei kommt es auch zu realen Treffen. Im Gegensatz dazu gibt es aber auch Spieler, die andere Spieler primär funktional sehen und engeren Kontakt bzw. private Themen eher vermeiden.

Als relativer Vorteil von World of Warcraft, insbesondere gegenüber anderen MMORPGs, werden die Qualität des Balancing (Ausgewogenheit der Spielkräfte), die Qualität der Rahmenhandlung sowie die graphisch-ästhetische Qualität der Spielwelt genannt.

Die Rahmenhandlung wird nicht von allen Spielern in gleicher Weise geschätzt. Manche der Befragten zeigen wenig Interesse am Rollenspiel-Aspekt, was dem Unterhaltungswert jedoch keinen Abbruch tut. So beschreiben einige Spieler die Aufgaben in der Welt eher als Projekt, bei dem der Gegner relativ mechanisch und effizient zu Fall gebracht wird. Die Gruppe der eigentlichen Rollenspieler fühlt sich zum Teil gestört durch dieses Desinteresse an der Rahmenhandlung und das als unangemessen empfundene Verhalten anderer Spieler.

Gefragt nach der Zufriedenheit, zeigen sich die Befragten in der großen Mehrheit sehr zufrieden mit der elektronischen Dienstleistung. Aspekte der Zufriedenheit betreffen neben dem oben

geschilderten hohen Unterhaltungswert, die hohe technische Verfügbarkeit und Stabilität der virtuellen Welt sowie die guten Erfahrungen mit dem Support bei verschiedenen Problemen. So berichtet ein Spieler davon, dass sein Charakter von Hackern übernommen wurde und alle seine Gegenstände verkauft worden seien. Der Support war in der Lage, den Charakter des Spielers innerhalb kürzester Zeit vollständig zu rekonstruieren.

Die befragten Spieler haben in unterschiedlichem Ausmaß Loyalitäten ausgebildet. Eine erste Gruppe bezeichnet sich als loyal gegenüber der Welt bzw. als loyal gegenüber dem Betreiber („Blizzard-Fan“). Diese Spieler bleiben Blizzard auch dann verbunden, wenn der Unterhaltungswert der Welt sich erschöpft hat. So wechselte etwa ein Spieler zu Starcraft II, einem anderen Produkt der Firma. Eine zweite Gruppe von Spielern bezieht den Loyalitätsbegriff eher auf die Spielgemeinschaften, denen sie angehören. Solange die entsprechende Gruppe in der Welt verbleibt, tun diese Spieler das auch. Eine Loyalität gegenüber der Spielwelt oder dem Betreiber wird eher verneint.

Im Hinblick auf die persönliche Empfehlung von World of Warcraft sind die Spieler vorsichtig. Die Befragten halten überwiegend die Akzeptanz von Computerspielen in der Gesellschaft für eher niedrig und befürchten Nachteile, wenn sie sich offen zu ihrem Spielkonsum bekennen. Die Mehrzahl der Befragten hat dennoch im engeren sozialen Umfeld Einfluss darauf genommen, dass auch andere mit dem Spiel beginnen.

### 5.3 Constraint-Mechanismus

Die befragten Spieler zeigen in der Mehrzahl kein oder wenig Interesse an alternativen virtuellen Welten. Diejenigen, die andere virtuelle Welten, wie etwa Herr der Ringe Online, ausprobiert haben, kamen zu dem Ergebnis, dass WoW in verschiedener Hinsicht anderen Angeboten überlegen ist. Die Begründungen für diese relative Nicht-Beachtung alternativer Angebote sind unterschiedlich.

Zum Ersten geben einige Spieler an, sich sehr an die Oberfläche und die Bedienelemente von WoW gewöhnt zu haben, die sie für effektiv und gelungen halten. Sie sind wenig motiviert, eine neue Avatar-Steuerung zu erlernen. Einige Spieler geben jedoch auch an, dass die verschiedenen Welten sich in ihren Bedienelementen durchaus ähnlich sind. Zum Zweiten fehlt den Spielern in der Regel die Zeit, alternative Welten zu erproben. Sie stehen auf dem Standpunkt, dass ihre knappe Freizeit in WoW eingesetzt werden sollte, da die Spielzeit in WoW bereits bezahlt wurde. Ein drittes Argument, das mehrere Befragte äußern, bezieht sich auf die Gildenstrukturen und Mitspieler, oft auch Freunde, in WoW. Die Spieler sind einerseits wenig motiviert, diese sozialen Strukturen aufzugeben, um sie in einer anderen Welt mühsam neu aufzubauen. Andererseits helfen die Mitspieler auch bei der Überwindung von Phasen geringeren Unterhaltungserlebens bzw. halten explizit zum Dabeibleiben an. Viertens geben mehrere Spieler die Verbundenheit mit ihrem Charakter als Grund zum Bleiben an. Die Äußerungen beziehen sich dabei einerseits auf die eingesetzte Zeit, um den Charakter entsprechend zu entwickeln und auszurüsten. Andererseits wird bei einigen Spielern auch eine emotionale Bindung an den Charakter („was man alles mit dem Charakter erlebt hat“) deutlich. Darüber hinaus geben mehrere Spieler an, schlicht keinen Grund zur Beschäftigung mit einer anderen virtuellen Welt zu haben, da sie mit WoW voll und ganz zufrieden sind. Einige Spieler berichten in diesem Zusammenhang auch, dass sie oft erlebt haben, dass andere Spieler WoW zugunsten einer anderen Welt

verlassen haben, und nach kurzer Zeit wieder zurückkehrten. Diese Beobachtungen reumütiger Rückkehr bestärkten diese Spieler in der Annahme, dass WoW anderen Angeboten überlegen sei.

Im Hinblick auf das Erlösmodell sind die meisten der befragten Spieler mit dem Abonnement-Modell sehr zufrieden. Sie schätzen es, dass die Kosten damit vorab fixiert sind und alle Spieler denselben Betrag bezahlen. Die Kosten für das WoW-Abonnement werden relativ zu der in der Welt verbrachten Zeit und den Kosten anderer Freizeitbeschäftigungen überwiegend als angemessen eingeschätzt. Eine Mehrheit der Spieler gibt an, auch bei moderaten Preiserhöhungen weiter WoW spielen zu wollen. Alternative Erlösmodelle, die auf dem Verkauf virtueller Items basieren, werden eher abgelehnt. Einige Spieler befürchten, dass es bei einem solchen Modell zu einer Spirale kommt, in der sich die Spieler mit ihren Items gegenseitig überbieten und die Kosten außer Kontrolle geraten. Darüber hinaus finden mehrere Spieler, dass Spielgerechtigkeit nur gegeben ist, wenn der finanzielle Einsatz keinerlei Einfluss auf den Spielerfolg hat.

## 6 Diskussion

In Bezug auf das Unterhaltungserleben und die Spielmotivation weisen die Ergebnisse klar auf die Bedeutung der drei wesentlichen Aspekte intrinsischer Motivation nach der Self-Determination Theory ([23], [21]) hin. Der Kompetenzaspekt zeigt sich vor allem darin, dass sich die Spieler jederzeit angemessen herausgefordert fühlen und mit hohem Antrieb die Entwicklung ihres Charakters betreiben. Die Spielwelt eröffnet dabei ein breites Spektrum an Entwicklungsmöglichkeiten zwischen denen die Spieler autonom wählen können. Trotz der hohen Freiheitsgrade gelingt es weitgehend, Überforderung und Orientierungslosigkeit zu vermeiden. Im Rahmen des – durch das Spieldesign stark geförderten – Gruppenspiels entfaltet sich die motivierende Kraft der Verbundenheit im gemeinsamen Tun. Die Ergebnisse bestätigen damit weitgehend die Befunde früherer Studien zu Motivation und Benutzerverhalten in Online Rollenspielen ([29], [9]). Nachfolgende Studien sollten untersuchen, welche Aspekte der Spielmechanik das Erleben von Kompetenz, Autonomie und Verbundenheit beeinflussen. Derartige Erkenntnisse sind geeignet, den Entwicklungsprozess virtueller Spielwelten zu informieren.

Die Äußerungen der Befragten können als Beleg der Wirksamkeit des Dedication Mechanismus angesehen werden ([4], [15]). Die Spieler sind über längere Zeiträume zufrieden mit dem Unterhaltungsangebot im engeren Sinne, aber auch mit dem Support und dem Geschäftsmodell. Aus dieser Zufriedenheit erwächst in unterschiedlich ausgeprägtem Ausmaß Loyalität. Einige Spieler bezeichnen sich explizit als loyal gegenüber dem Produkt bzw. der Betreiberfirma, viele haben vorher bereits Spiele des Betreibers konsumiert und bleiben der Marke treu. Andere Spieler bezeichnen sich eher als loyal gegenüber den Gilden und Mitspielern. Diese Ausprägung kann als indirekte Loyalität gegenüber dem Produkt verstanden werden, die über die wahrgenommenen, vor allem sozialen Wechselkosten vermittelt wird. In der Konsequenz der Loyalität bleiben die Spieler der Spielwelt über Jahre verbunden und überstehen auch Phasen von vermindertem Unterhaltungserleben. Einige Spieler entwickeln eine kontinuierliche Konsum- und Spielpraktik, die in Zusammenhang mit periodischen Content-Lieferungen auch langfristig stabil erscheint. Die Zufriedenheit und Loyalität wirkt sich auch auf die Wahrnehmung von Alternativen aus. Andere virtuelle Welten werden tendenziell wenig beachtet und kritisch an dem von World of Warcraft geschaffenen Quasi-Standard gemessen.

Aus den Ergebnissen der Studie kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Loyalität eine zentrale Rolle in der Beziehung zwischen Nutzer und Betreiber virtueller Welten spielt. Dies legt zum Ersten nahe, den Prozess der Loyalitätsbildung bzw. verschiedene Stufen der Loyalität weiter zu differenzieren. Zum Zweiten sollte genauer untersucht werden, in welcher Weise die Loyalität mit dem wahrgenommenen Vergnügen im Hinblick auf die Nutzungsintention interagiert. Zum dritten ist davon auszugehen, dass sich Loyalität nicht in gleichem Maße bei allen Nutzern entwickelt. Von Interesse ist deshalb die Frage, welche Variablen, wie etwa Spielgewohnheiten, spezifische Motivationen oder Erfahrungen, die Bildung von Loyalität beeinflussen.

Schließlich legen die empirischen Befunde auch einen eigenständig wirksamen Constraint-Mechanismus nahe ([4], [15]). Die Äußerungen der befragten Spieler belegen die drei angenommenen Aspekte der Wechselkosten im Kontext von Online-Rollenspielen [20]. Die Spieler haben sich an die Bedienung von WoW gewöhnt und empfinden diese als effektiv. Dies kann als spezifisches Wissen interpretiert werden, das bei einem Wechsel neu aufgebaut werden muss. Auf Grund der Ähnlichkeiten zwischen den Welten, die einige Spieler auch benennen, kann die Wirkung dieses Aspekts aber als eher schwach angenommen werden. Die sozialen Bindungen kommen in den Äußerungen der Spieler sehr deutlich zum Ausdruck. Auf Grund der hohen Bedeutung des Verbundenheitsaspekts für das Unterhaltungserleben und den relativ hohen Organisationsgrad in den Gilden kann der Einfluss sozialer Bindungen auf den Verbleib in der Welt als hoch angesehen werden. Die Bindung an den Charakter kann auf Basis der Ergebnisse ebenfalls als wichtiger Treiber der Wechselkosten angenommen werden. Dabei spielen sowohl emotionale Kosten im Sinne einer Identifikation als auch Mühe und Zeit, die in den Charakter investiert wurden, eine Rolle.

Bezüglich der Konsequenzen der Wechselkosten zeigen die Ergebnisse zum Einen eine Bedeutung für die Nicht-Beachtung konkurrierender Produkte. Andere virtuelle Welten werden mit Bezug auf die Wechselkosten wenig beachtet und erprobt. Zum Anderen zeigt eine Mehrheit der befragten Spieler eine bereitwillige Zahlungsbereitschaft auch unter der Annahme moderater Preiserhöhungen. Das Abonnement-Modell wird dabei als tendenziell gerechter und transparenter gegenüber item-basierten Erlösmodellen empfunden. Die genauere Analyse der Verbindung zwischen Spielgerechtigkeit und Zufriedenheit auf der einen Seite und verschiedenen Erlösmodellen auf der anderen Seite stellt eine weiterführende Forschungsfrage dar.

## 7 Limitationen

Die vorliegende Studie unterliegt verschiedenen Limitationen. Die Auswahl der Interview-Partner orientierte sich maßgeblich an der einfachen Verfügbarkeit der Probanden. Das einzige Auswahl-Kriterium bestand in einer entsprechenden Nutzungserfahrung. Auf Grund dieses Vorgehens können Verzerrungen im Sinne einer hohen Ähnlichkeit der Nutzungspraktiken nicht ausgeschlossen werden. Bei nachfolgenden Studien sollte das Sampling an theorie-geleiteten Kriterien ausgerichtet und auch eine stärkere Differenzierung im Hinblick auf sozio-demographische Merkmale angestrebt werden. Eine zweite Limitation besteht in der Einschränkung auf World of Warcraft. Im Sinne einer weiteren Generalisierung und Relativierung der Ergebnisse sollten zukünftige Studien auch andere virtuelle Spielwelten in das Sampling einbeziehen.



## 8 Literatur

- [1] Ajzen, I (1991): The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50(2):179-211.
- [2] Babin, BJ; Darden, WR; Griffin, M (1994): Work and/or fun: Measuring hedonic and utilitarian shopping value. *Journal of Consumer Research* 20(4):644-656.
- [3] Bartle, RA (2003): *Designing Virtual Worlds*. Berkeley.
- [4] Bendapudi, N; Berry, LL (1997): Customers' motivations for maintaining relationships with service providers. *Journal of Retailing* 73(1):15-37.
- [5] Burnham, TA; Frels, JK; Mahajan, V (2003): Consumer Switching Costs: A typology, antecedentes, and consequences. *Journal of the Academy of Marketing Science* 31(2): 109-126.
- [6] Castronova, E (2005): *Synthetic Worlds – The business and culture of online games*. Chicago Press, Chicago.
- [7] Chesney, T (2006): An Acceptance Model for Useful and Fun Information Systems. *Human Technology* 2(2):225–235.
- [8] Childers, TL; Carr, CL; Peck, J; Carson, S (2001): Hedonic and utilitarian motivations for online-retail shopping behavior. *Journal of Retailing* 77(4):511-535.
- [9] Cole, H; Griffiths, MD (2007): Social Interactions in Massively Multiplayer Online Role-Playing Gamers. *Cyberpsychology & Behavior*, 10(4):575-583.
- [10] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3):319-340.
- [11] Emerson, RM (1976): Social Exchange Theory. *Annual Review of Sociology* 2:335-362.
- [12] Fishbein, M; Ajzen, I (1975): *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley, Reading.
- [13] Gefen, D (2002): Customer Loyalty in E-Commerce. *Journal of the Association for Information Systems* 3:27-51.
- [14] Jasperson, JS; Carter, PE; Zmud, RW (2005): A comprehensive conceptualization of post-adoptive behavior. *MIS Quarterly* 29(3):525-557.
- [15] Kim, SS; Son, J-Y (2009): Out of dedication or constraint? A dual model of post-adoption phenomena and its empirical test in the context of online services. *MIS Quarterly* 33(1): 49-70.
- [16] Lin, CP; Bhattacharjee, A (2010): Extending Technology Usage Models to Interactive Hedonic Technologies: A Theoretical Model and Empirical Test. *Information Systems Journal* 20(2):163-181.
- [17] Mayring, P (2008): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 10. Auflage. Beltz, Weinheim.
- [18] Oliver, RL (1999): Whence Consumer Loyalty? *Journal of Marketing* 63:33-44.
- [19] Pannicke, D; Zarnekow, R (2009): Schlagwort Virtuelle Welten. *Wirtschaftsinformatik*, 51(2):215-219.

- [20] Pannicke, D; Zarnekow, R; Müller, S (2010): Post-Adoptionsverhalten im Kontext virtueller Welten. In: Fähnrich, KP; Franczyk, B (Hrsg), Tagungsband Informatik 2010: Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik, 619-624.
- [21] Przybylski, AK; Rigby, CS; Ryan, RM (2010): A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology* 14(2):154-166.
- [22] Rogers, EM (2003): *Diffusion of Innovation*. 5<sup>th</sup> Edition. Free Press, New York.
- [23] Ryan, RM; Deci, EL (2000): Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist* 55:68-78.
- [24] Ryan, RM; Rigby, CS; Przybylski, A (2006): The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach. *Motivation and Emotion* 30(4):344-360.
- [25] Van der Heijden, H (2004): User acceptance of hedonic information systems. *MIS Quarterly* 28(4):695-704.
- [26] Walker Rettberg, J (2008): Quests in World of Warcraft: Deferral and Repetition. In: Corneliussen, HG; Walker Rettberg, J (Eds), *Digital Culture, Play, and Identity: A World of Warcraft Reader*. MIT Press, Cambridge, 167-184.
- [27] Wulf, KD; Odekerken-Schröder, G (2001): A Critical Review of Theories Underlying Relationship Marketing in the Context of Explaining Consumer Relationships. *Journal for the Theory of Social Behaviour* 31(1):73-101.
- [28] Yang, Z; Peterson, RT (2004): Customer Perceived Value, Satisfaction, and Loyalty: The Role of Switching Costs. *Psychology & Marketing* 21(10):799-822.
- [29] Yee, N (2006): Motivations for Play in Online Games. *Cyberpsychology & Behavior* 9(6): 772-775.

# **E-Moderation im Distance Learning mittels Virtueller Welten – Eine Fallstudie in Second Life**

**Christoph Lattemann**

Jacobs University Bremen, Business Administration and Information Management,  
28759 Bremen, E-Mail: [c.lattemann@jacobs-university.de](mailto:c.lattemann@jacobs-university.de)

**Stefan Stieglitz**

Universität Münster, Forschungsgruppe Kommunikations- und Kollaborationsmanagement,  
48149 Münster, E-Mail: [stefan.stieglitz@uni-muenster.de](mailto:stefan.stieglitz@uni-muenster.de)

## **Abstract**

Bisher mangelt es an Untersuchungen darüber, wie eine Betreuung und Moderation in Lernszenarien in Virtuellen Welten zu gestalten ist. Durch die Darstellung des Dozenten und der Lernenden in Virtuellen Welten als Avatare sowie durch das breite Portfolio an Kommunikationskanälen bestehen komplexe Herausforderungen an die Beteiligten in Bezug auf Kommunikation und Zusammenarbeit. Im Rahmen eines Projekts zur Lehre in Virtuellen Welten wurden strukturierte Interviews mit Lehrenden durchgeführt, um Rollen und Funktionskonzepte zu identifizieren und mit bestehenden Modellen abzugleichen. Die Studienergebnisse zeigen, dass Lehrende in Virtuellen Welten nicht nur einzelne didaktische Betreuungs- und Moderationsstrategien kennen und einsetzen müssen, sondern ein umfangreiches Repertoire dieser Strategien in Kombination beherrschen und anwenden müssen.

## **1 Einleitung**

Virtuelle Welten sind Internet-basierte Plattformen, mittels derer Nutzer, durch so genannte Avatare repräsentiert, immersiv in dreidimensionalen Umgebungen navigieren, kommunizieren und interagieren ([28], [14]). Unabhängig von dem ab 2007 zu beobachtenden abnehmenden medialen Interesse an Virtuellen Welten, insbesondere Second Life, haben verschiedene Virtuelle Welten in den letzten Jahren ihre Nutzerzahlen steigern können. So verfügt zum Beispiel Habbo derzeit über 220 Millionen Nutzer; Second Life hat 27 Millionen registrierten Accounts. Bildungseinrichtungen, wie Universitäten und Museen haben in den vergangenen Jahren Virtuelle Welten verstärkt als Plattformen in der Aus- und Weiterbildung eingesetzt. Die Plattformbetreiber (z.B. LindenLab, Sulake) haben diese Entwicklung erkannt und damit begonnen, ihre Produkte an Lehr- und Lernbedürfnisse anzupassen [8].

Virtuelle Welten stellen ein umfassendes Funktionsspektrum bereit, dass sich im Hinblick auf den Einsatz im Distance Learning von den Möglichkeiten anderer Typen von Social Media, wie Blogs, Wikis und Social Network Sites (SNS), unterscheidet. Durch das Kombinieren verschiedener Funktionalitäten - wie zum Beispiel 3D-Animationen mit Voice-over-IP – bieten Virtuelle Welten neue Möglichkeiten für eine computergestützte Zusammenarbeit, zur effizienten Wissensvermittlung [22] und zum erfahrungsbasierten Lernen in virtuellen Umgebungen [30]. Sie stellen aber gleichzeitig auch neue Herausforderungen an die Dozenten.

Die didaktische Begleitung der Lernenden in Distance Learning-Programmen wird unter dem Begriff „E-Moderation“ subsumiert [6]. Nach Kenntnisstand der Autoren existieren bisher keine Untersuchungen, die die Anforderungen an E-Moderatoren für Lernszenarien in Virtuellen Welten betrachten. Dieser Artikel widmet sich dieser Forschungslücke und bietet zunächst eine Literaturanalyse in den Bereichen „Distance Learning und Virtuelle Welten“, „Erfahrungsbasiertes Lernen“ sowie „E-Moderation“.

Im Rahmen einer Fallstudie werden anschließend Aufgaben und Anforderungen identifiziert, die an E-Moderatoren im Rahmen eines auf den Erwerb von erfahrungsbasierten Lernens ausgerichteten Arrangements in Second Life gestellt wurden. Die Daten wurden in sechs teilstandardisierten Interviews und Befragungen von Dozenten erhoben. Die aus den Interviews abgeleiteten Ergebnisse werden anschließend im Hinblick auf die zuvor dargestellten Ansätze zur E-Moderation diskutiert. Der Artikel endet mit einer Zusammenfassung.

## 2 Hintergrund und Forschungsstand

### 2.1 Distance Learning und Virtuelle Welten

Nach [20] ist Distance Learning ein „formal approach to learning during which the majority of instruction occurs while the learner and the educator are at a physical distance or time difference from each other, allowing learning to be self-paced rather than instructor-paced“. Distance Learning umfasst ein breites Spektrum an Anwendungen, wie z.B. web-unterstützte Lehrbuchkurse, Hypertext-Kurse (z.B. mit Lehrtexten, Multimediaelementen, Animationen und Übungen), videobasierte Kurse (z.B. Vortrag samt Foliensatz) oder audiobasierte Kurse bzw. Podcasts und verschiedene Medien wie Chatrooms, Diskussionsforen, Voice Mail oder E-Mail. Neben strukturierten Distance Learning-Kursen, die den Lernenden wenig Entscheidungs- und Gestaltungsfreiheit einräumen, werden auch Internet-basierte Plattformen eingesetzt, um verteilte Lern-Communities zu bedienen, deren Mitglieder weitgehend selbstorganisiert gleiche oder ähnliche Lernziele verfolgen [26].

Virtuelle Welten stellen einen neuen Typus von Plattformen für das Distance Learning dar. [4] definiert diese als: *“spatially based depiction of a persistent virtual environment, which can be experienced by numerous participants at once, who are represented within the space by avatars”*. Im Gegensatz zu Lernmanagementsystemen wie Blackboard und Moodle haben Virtuelle Welten einen immersiven und hoch interaktiven Charakter [25]. Ein starkes Immersionsgefühl wird u. a. dadurch erreicht, dass eine hohe Identifikation des Nutzers mit seinem Avatar erfolgt und der Nutzer sich als Teil der virtuellen Welt fühlt. Die Avatarrepräsentation kann die Effizienz gruppendynamischen Lernens steigern, wenn bspw. gemeinsam Handlungsabläufe mit spielerrischen Ansätzen geübt werden (bspw. Segeln, Feuerlöschübungen etc.) (u.a. [19]). Diese Eigenschaften unterscheiden Virtuelle Welten auch von bekannten Social Media-Anwendungen wie Blogs, Wikis, Pod-Casts oder SNSs.

Generell gilt für den Einsatz neuer Medien in der Lehre, und im Speziellen für den Einsatz von Virtuellen Welten, dass Lehrenden die Besonderheiten und typischen Herausforderungen der netzbasierten Kommunikation vertraut sein müssen, und dass diese bei der Gestaltung von Lernarrangements berücksichtigen werden. So ist hinlänglich bekannt, dass selbst bei der Nutzung reichhaltiger Medien [12], die computerbasierte Kommunikation zu einem Verlust von Informationen führt, da bspw. Kontextsituationen oder Körpersprache nicht übermittelt werden (u.a. [13]). Valide Studien zur Wirksamkeit der Überbrückung von Informationsdefiziten durch die Darstellung von Körperlichkeit, Mimiken und Gestiken mit Hilfe eines Avatars liegen noch nicht vor.

Die Anwendung Virtueller Welten sowie anderer Distance Learning-Ansätze gehen mit besonderen Herausforderungen an Lernende und Lehrende durch die Notwendigkeit zum Erlernen des Umgangs mit neuen Technologien einher. Generell gilt, dass *„Moderators must learn new strategies that are appropriate to the online venue, and, through continued practice, study the range of their effects“* ([11], S. 13). Lernende benötigen ein hohes Maß an Selbstlern- und Zeitmanagementkompetenzen, wenn die Potenziale der Orts- und Zeitunabhängigkeit voll ausgenutzt werden sollen. Die Herausforderung in der Nutzung neuer Technologien in der Lehre besteht darin, die Lerner und die Lehrenden nicht kognitiv zu überlasten. Dies gilt speziell für Virtuelle Welten, da eine intuitive Nutzung erst nach einer längeren Einarbeitungszeit möglich ist [21].

## 2.2 Erfahrungsbasiertes Lernen

Die Lehrforschung der vergangenen drei Dekaden zeigt auf, dass aktives, auf Selbstreflexion basierendes, erfahrungsbasiertes Lernen einen Lösungsansatz darstellt, sich Wissen effektiv anzueignen und den Erfolg von Lernprozessen zu unterstützen [1]. In dieser konstruktivistischen Perspektive stellt Lernen keinen Wissenstransfer vom Lehrenden zum Lernenden dar, sondern eine kontinuierliche, selbstgesteuerte Konstruktion und Rekonstruktion von Wissen, basierend auf Lebenserfahrungen und realer Problembewältigung [3].

Das „Critical Thinking Model“ [17] verfolgt die Grundidee, dass Lerner und Lehrende gleichberechtigte Partner sind, die in eingebetteten, konkreten Lernsituationen einbezogen sind. Dieses so genannte *Community-of-Inquiry-Konzept* beruht auf drei wesentlichen Elementen: der *„cognitive, social und teaching presence.“*

Die *„cognitive presence“* [18] besagt, dass die Lernenden in der Lage sein sollen, Wissen durch Austausch und Kommunikation mit den anderen Lernenden zu generieren. *„Social presence“* bezeichnet das Ausmaß, in dem sich die einzelnen Beteiligten als *„real person“* in das Lerngeschehen einbringen können und hängt eng mit der *„cognitive presence“* zusammen, da ohne ausreichende soziale Präsenz kein echter Diskurs möglich ist. Diesem Aspekt kommt insbesondere in Distance Learning-Arrangements eine zentrale Bedeutung zu, da Methoden entwickelt werden müssen, um die im Distance Learning schwach ausgeprägte soziale Präsenz auszugleichen. Als dritte Komponente kommt die *„teaching presence“* hinzu, also die Unterstützung der Lernenden und kooperativen Lern- und Arbeitsgruppen durch eine Lehrperson. Die Aufgabe der Lehrperson ist es, die Potenziale des „Community-of-Inquiry-Konzeptes“ zur Entfaltung zu bringen. Studien zeigen, dass *„cognitive or critical thinking skills“* (bei den Lernenden) nur mit einer geeigneten *„teaching presence and a conducive social presence“* (seitens der Lehrenden) entwickelt werden können.

## 2.3 E-Moderation

[5] betrachten die Aufgaben der E-Moderation als wichtigstes Element im Distance Learning. Dabei kommt den „E-Moderatoren [...] die Aufgabe [zu] netzbasierte Kommunikations- und Interaktionsprozesse in Lerngruppen in Gang zu setzen, aufrecht zu erhalten und zu strukturieren. Dabei müssen sie sicherstellen, dass die Lerngruppe im Netz zielgerichtet und sozial kompetent miteinander kommuniziert und arbeitet“ ([6], S. 1).

In der Literatur sind die Aufgaben und Funktionen der E-Moderation entlang von bestimmten Phasen [29] und Ebenen (technische und pädagogische Ebene) zu finden (u.a. [2]). Die pädagogische Ebene wird in verschiedene Lehrrollen eingeteilt. Als theoretische Bezugsrahmen werden in der Regel die Erkenntnisse zu den Theorien der computervermittelten Kommunikation (z. B. [23]) und die Erkenntnisse aus der Forschung zum computerbasierten kooperativen Lernen (z. B. [2], [15]) herangezogen.

[5] stellen die bereits genannte „cognitive, social and teaching presence“ als zentrale Anforderungen an E-Moderatoren heraus. Dieses Drei-Rollenmodell von [2] erweiternd, zeigen [15] ein Vier-Rollenmodell auf, dass Aufgaben und Funktionen in Ebenen definiert: (1) Organisator (technische Ebene), (2) Motivator/Animator, (3) Inhaltsexperte und (4) Vermittlungsexperte (inhaltlich-pädagogische Ebene). Die Autoren sehen die wichtigste Aufgabe des E-Moderators darin, Gruppen zu unterstützen, Kommunikationsprozesse zu steuern und Gruppenaktivitäten zu koordinieren (Tab. 1):

Organisationsfunktion	Motivationsfunktion	Expertenfunktion	Vermittlungsfunktion
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick über die Lehrveranstaltung vermitteln/schaffen</li> <li>- Schnittstellen zu anderen Medien und Lernformen herstellen</li> <li>- Lernziele festlegen</li> <li>- Bildung von Lerngruppen unterstützen</li> <li>- Lernphasen managen</li> <li>- Meta-Kommunikation planen</li> <li>- Voraussetzungen für Benotung / Leistungsnachweis mitteilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soziale Präsenz unterstützen</li> <li>- Diskussionsförderliches Klima schaffen</li> <li>- Feedback</li> <li>- Verbindlichkeit induzieren</li> <li>- Netiquette einführen.</li> <li>- Neugier und kognitive</li> <li>- Konflikte stimulieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhalte und Materialien überwachen</li> <li>- Themenauswahl beeinflussen</li> <li>- Inhalte und Materialien eingeben</li> <li>- Inhaltliche Bezüge zwischen Themen und Lerngruppen herstellen</li> <li>- Sicherstellen, dass verfügbare Materialien ausreichend genutzt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführende Hinweise/Verarbeitungshilfen für Themengebiete geben</li> <li>- Zusammenfassungen komplexer Sachverhalte stimulieren</li> <li>- Verständnisfragen stellen</li> <li>- Aufgliedern eines Themenbereichs in kooperativ zu bearbeitende Teilaufgaben unterstützen</li> </ul>

**Tabelle 1: Rollenmodell nach [15]**

Dieses vorgestellte Rollenmodell wird im Folgenden herangezogen, um die durchgeführte empirische Untersuchung zu systematisieren.

## 3 FALLSTUDIE: E-Moderation in Second Life

### 3.1 Hintergrund zum Projekt

Die für die hier vorgestellte Untersuchung zu Grunde liegende Fallstudie war Teil eines zweijährigen Forschungsprojekts (2008-2010) dessen wesentliches Ziel die Entwicklung von Konzepten für den Einsatz Virtueller Welten zur Verbesserung der Ausbildung von Biowissenschaftlern im Bereich Existenzgründung war. Biowissenschaftler sind im naturwissenschaftlichen Bereich ausgebildet, es fehlen ihnen aber oftmals Kenntnisse in gründungsrelevanten Managementfächern wie Finanzierung und Marketing. Erst seit Ende der ersten Dekade der 2000er werden

Maßnahmen ergriffen, die bei dieser Zielgruppe erkannten Defizite im Managementbereich zu verringern (u.a. [27]).

Mit Hilfe eines Konzepts, das verschiedene Phasen einer Existenzgründung abbildet, werden Gründungsinteressierte - risikolos und kostengünstig - an Möglichkeiten und Herausforderungen von Gründungsprozessen herangeführt und wirtschaftlich orientiertes Denken trainiert. Durch die Entwicklung und Anwendung von Geschäftsmodellen in Virtuellen Welten werden Kernkompetenzen (wie bspw. Präsentieren, Recherchieren, Kundengespräche führen) in einer realitätsnahen Umgebung effektiv erlernt [10]. So können in einer Virtuellen Welt bspw. Marktanalysen mit realen Nachfragergruppen durchgeführt und ein zielgruppenspezifisches Marketingkonzept erarbeitet werden. Erlerntes wird aktiv angewendet.

### 3.2 Die Lernumgebung in Second Life

Second Life wurde als grundlegende Plattform für das Projekt ausgewählt, weil (1) regelmäßig mehr als 70.000 Nutzer (potenzielle Konsumenten virtueller Produkte) gleichzeitig online sind [24], (2) SL nicht mit Kosten (auf der Seite der Studierenden) verbunden ist, (3) Nutzer ihre eigenen virtuellen Avatare und Objekte erstellen können und SL eine Ökonomie bereit stellt, deren Mechanismen mit der realen Wirtschaft vergleichbar sind [14].

Im Rahmen des Projekts müssen Studierende Trainingsmodule, die einen Standard-Existenzgründerprozess [16] abbilden, durchlaufen. Im Laufe des Projektes wurden die Anforderungen an E-Moderatoren in diesem Lehrkonzept evaluiert.

Die Grundidee des Programms in SL war die Entwicklung einer Verkaufsstrategie für ein virtuelles, in SL vermarktbare Produkt. Nach der Auswahl eines Produkts, mussten die Teams einen verkürzten Businessplan erstellen, der dokumentiert, wie das jeweilige Produkt in Second Life vermarktet werden soll. Andere SL-Nutzer sollten als potentielle Käufer genutzt werden. Um den Gründungsprozess realistisch zu gestalten und das Gefühl der Immersion zu fördern wurde in SL eine bestimmte Region mit Gebäuden und Funktionalitäten ausgestattet (z.B. Konferenzräume, eine virtuelle Bibliothek, Videoräume).

### 3.3 Untersuchungsmethodik

Die hier dargestellte Untersuchung basiert auf einer Versuchsanordnung bei der drei Studierenden-Gruppen sequenziell hintereinander den dargestellten Existenzgründerprozess in Second Life durchlaufen haben. Vor dem Durchlauf der drei Existenzgründerprozesse mit den Studierenden wurde ein Existenzgründerprozess mit einer Versuchsgruppe „Gruppe 0“, bestehend aus dem Konzeptionsteam, durchgeführt, um die Versuchsanordnung zu testen. Jede Versuchsgruppe wurde von jeweils drei Moderatoren gleichzeitig betreut (Bild 1). Insgesamt kamen sechs E-Moderatoren in dem Projekt zum Einsatz. Um eine Kontinuität und Kontrolle in der Betreuung zu garantieren, hat ein „E-Moderator“ (Nr. 1) alle drei Teilnehmergruppen und die Versuchsgruppe betreut. Jeweils ein weiterer E-Moderator (Nr. 2, 4 und 5) hat jeweils zwei Studierenden-Gruppen betreut. Diese Versuchsanordnung wurde gewählt, um zum einen neue Moderatoren anzulernen, zum anderen um von den Erfahrungen der vorherigen Gruppen zu lernen

Gruppe 0	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
E-Moderator 1			
E-Moderator 2		E-Moderator 5	
E-Moderator 3	E-Moderator 4		E-Moderator 6

**Bild 1:** Einsatz von E-Moderatoren

In der Fallstudie wurden 28 Studierende auf zwölf Teams verteilt (Tab. 2), die das Programm in einem Seminar über ein ganzes Semester (zwei Stunden pro Woche) und zwei eintägigen Workshops (10 Stunden) absolvierten.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Anzahl E-Moderatoren</b>	3	3	3
<b>Studienfach</b>	Betriebswirtschaft	Betriebswirtschaft	Biowissenschaften
<b>Anzahl der Teilnehmer</b>	4 (2 Teams mit je 2 Personen)	10 (5 Teams mit je 2 Personen)	14 (5 Teams mit je 2-3 Personen)
<b>Untersuchungsperiode</b>	April - August 2009	Januar 2010	September 2009

**Tabelle 2: Versuchsgruppen**

Die folgenden vier Lernschritte wurden mit jedem Team durchgeführt: (1) Es erfolgte eine allgemeine Einführung in Virtuelle Welten. (2) Es erfolgte eine detaillierte Einführung in SL. (3) Es erfolgte das Durchlaufen des Programms in SL. Die E-Moderatoren haben in allen Phasen die anfallenden Aufgaben jeweils gemeinsam übernommen.

Nach Beendigung aller drei Versuchsläufe (1-3) hat jeder E-Moderator einen Fragebogen mit 36 Items ausgefüllt und unmittelbar danach an einem teilstandardisierten Interview teilgenommen. Über die 36 Items wurden subjektiv eingeschätzten Anforderungen an E-Moderatoren in der Lehre in Virtuellen Welten erhoben. Die E-Moderatoren hatten die Möglichkeit, Antworten auf einer intervallskalierten 5-Punkt-Likert Skala („-2 trifft nicht zu“, „-1 trifft eher nicht zu“, „0-unentschieden“, „1-trifft eher zu“, „2-trifft zu“) zu beantworten. Das Interview wurde von einer Person geleitet, die nicht in der Virtuellen Lehre aktiv war. Die Interviews hatten zum Ziel, die Meinung der E-Moderatoren in Bezug auf folgende Aspekte zu erheben: (a) die Eignung Virtueller Welten als Plattformen für die Wissensvermittlung, (b) das Kosten-Nutzen-Verhältnis des Ausbildungskonzeptes und (c) die Anforderungen, die an die E-Moderatoren gestellt wurden. Ebenso wurden die soziodemographischen Daten der E-Moderatoren als Teil des Interviews erhoben.

### 3.4 Ergebnisse der Erhebung

Von den sechs befragten Dozenten waren zwei weiblich und vier männlich. Vier der sechs Dozenten hatten jeweils Erfahrungen mit der traditionellen Lehre in Form von Vorlesungen und interaktiven Seminaren sowie mit der Online-Lehre mit Lernmanagementsystemen (LMS, z.B. Blackboard und Moodle). 50 % gaben an, dass sie bereits Wikis in der Lehre eingesetzt haben, Blogs und Chatrooms wurden bisher jeweils von einem Drittel der Befragten in der Lehre eingesetzt.

Die Dozenten wurden gefragt, inwiefern sie der Meinung sind, dass Virtuelle Welten zu einer niedrigeren bzw. höheren Motivation für die gemeinsame Kommunikation zwischen den Studierenden führt als andere Lehrmedien wie Wikis, Blogs, Social Network Sites, Diskussionsforen und Lernformen wie klassische Vorlesungen und Seminare sowie eine durch LMS unterstützte Lehre.

Die Ergebnisse zeigen, dass über alle Medien und Lehrformen hinweg, die Motivation zur Kommunikation zwischen den Studierenden untereinander bei Virtuellen Welten höher eingeschätzt wird (positiver Mittelwert von 0,404) als im Vergleich zu anderen Medien und Lehrformen (siehe Tab. 4).



	Viel geringer -2	-1	0	1	Viel Stärker 2	Mittelwert
Wikis	0	0	3	2	1	0,67
Blogs	0	1	2	2	1	0,5
SNS	0	2	2	1	1	0,167
Diskussionsforen	1	1	3	1	0	-0,167
LMS	0	1	2	2	1	0,5
Klass. VL	0	0	2	3	1	0,67
Klass. Seminar	0	1	1	4	0	0,5
	1	6	15	15	5	0,404

**Tabelle 3: Motivationsunterstützung durch unterschiedlichen Lehrmedien**

Dieses Ergebnis wird durch Aussagen der Dozenten in den Interviews gestützt. *„Ich denke, dass Virtuelle Welten eine sinnvolle Ergänzung zur vorhandenen klassischen Lehrveranstaltungen sind und insbesondere die Möglichkeit bieten, interaktive und explorative Lernformen in die Lehre zu integrieren. Lernkonzepte, die „nur“ den Vorlesungssaal in eine Virtuelle Welt verlegen, erscheinen mir als nicht zielführend.“*

Die Frage nach der Bedeutung der „Social Presence“, vis-a-vis Avatar, für den Wissensaustausch in Virtuellen Welten wurde von fünf von sechs der Befragten Dozenten als „hoch“ oder „sehr hoch“ eingeschätzt. Lediglich ein Dozent maß der „Social Presence“ in der Befragung eine niedrige Bedeutung für die Wissensvermittlung bei. In den Interviews wurde dieser Punkt wie folgt dargestellt: *„Die Tätigkeit ist herausfordernd, da zum einen neue Technologien erlernt werden müssen. Zum anderen müssen didaktische Konzepte auf Virtuelle Welten übertragen werden. Dies ist nur bedingt möglich, da die soziale Präsenz viel stärker ist. .... Als E-Moderator hat man die Möglichkeit unmittelbar und persönlich auf Gruppendynamiken zu reagieren.“*

Tabelle 4 zeigt, dass die E-Moderatoren methodisches Know-how (Wissen über systematisierte Verfahren zur Vermittlung von Wissen) als relevant einschätzen, um über Virtuelle Welten, aber ebenso mittels Blogs, SNSs, klassische Vorlesungen und Seminare, Wissen zu vermitteln (Tab. 4).

	nicht notwendig	notwendig	sehr notwendig
Wikis	1	3	2
Blogs	0	4	2
SNS	0	2	4
Klass. VL	0	3	3
Klass. Seminar	0	2	4
Virtuelle Welten	0	2	4

**Tabelle 4: Notwendigkeit von methodischem Know-how für unterschiedliche Szenarien**

Die Dozenten gaben an, dass verschiedenen Lehrformen unterschiedliche Anforderungen an die technischen Fähigkeiten des Dozenten stellen (Tab. 5). Grundsätzlich wird technisches Know-how bei der klassischen Vorlesung und in Seminaren als kaum notwendig angesehen. Für die Lehre mittels Social Media wird teilweise technisches Know-how als notwendig angesehen (zum Beispiel zum Einrichten von Blogs und Wikis). Bei Virtuellen Welten wird von allen Befragten die Notwendigkeit von technischem Know-how im Umgang mit der Plattform als notwendig bis sehr notwendig erkannt. In einem Interview wurde dies wie folgt dargestellt: *„Ich denke, dass ein technisches Grundverständnis im Umgang mit Computern, Audiotechnik und*

*Bedienung von 3D-Welten / Spielen erforderlich ist. Der Moderator muss in der Lage sein souverän in der 3D Welt zu agieren. Die Lerninhalte und Konzepte müssen an die Bedingungen in der Virtuellen Welt angepasst werden. Der Moderator muss auf ggf. technische Probleme eingestellt sein...“.*

	kaum notwendig	notwendig	sehr notwendig
Wikis	5	1	0
Blogs	5	1	0
SNS	5	1	0
Klass. VL	6	0	0
Klass. Seminar	6	0	0
Virtuelle Welten	0	2	4

**Tabelle 5: Notwendigkeit von technischem Know-how für unterschiedliche Szenarien**

Kenntnisse über didaktische Methoden in der Lehre mittels Virtueller Welten wurden von den Befragten als sehr notwendig für klassische Vorlesungen und Seminare sowie für Virtuelle Welten angesehen. Für andere Social Media wird die Notwendigkeit als geringer eingestuft.

	nicht notwendig	notwendig	sehr notwendig
Wikis	3	1	2
Blogs	2	2	2
SNS	2	0	4
Klass. VL	0	0	6
Klass. Seminar	0	0	6
Virtuelle Welten	0	1	5

**Tabelle 6: Notwendigkeit von didaktischem Know-how für unterschiedliche Szenarien**

Basierend auf dem von [15] vorgestellten Modell wurden die wahrgenommenen Aufgaben der E-Moderatoren abgefragt (Tab. 1).

Folgende Aufgaben wurde in der virtuellen Lehre übernommen ...	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Ohne Tendenz	Trifft eher zu	Trifft zu
Überblick über die Lehrveranstaltung vermitteln/schaffen	1	1	0	2	2
Schnittstellen zu anderen Medien und Lernformen herstellen	1	1	2	2	0
Lernziele festlegen	1	0	2	2	1
Bildung von Lerngruppen unterstützen	1	2	0	2	1
Lernphasen eröffnen und beenden	2	1	2	1	0
Meta-Kommunikation planen	3	1	1	0	1

**Tabelle 7: Übernommene Organisationsfunktionen**

Die Antworten zeigen, dass in den Gruppen etwa jeweils zwei Dozenten gleichzeitig für viele der organisatorischen Aufgaben zuständig waren. Vier von sechs Lehrenden haben den Studierenden einen Überblick über die Lehrveranstaltung vermittelt. Ebenso viele Dozenten haben Schnittstellen zu anderen Medien und Lernformen hergestellt. Fünf von sechs Lehrenden waren an der Festlegung von Lehrzielen beteiligt. 50% haben die Bildung von Lerngruppen unterstützt und Lernphasen eröffnet und beendet.

Die Befragung zeigt, dass Dozenten hauptsächlich als Motivator und Animator tätig waren (Tab. 8). Fünf der sechs Dozenten haben diskussionsförderliches Klima geschaffen, Feedback gegeben, Neugier und Konflikte stimuliert.

Folgende Aufgaben wurde in der virtuellen Lehre übernommen ...	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Ohne Tendenz	Trifft eher zu	Trifft zu
Diskussionsförderliches Klima schaffen	1	0	0	2	3
Feedback geben	1	0	1	0	4
Verbindlichkeit induzieren	2	0	1	2	1
Netiquette einführen	3	2	0	1	0
Neugier und kognitive Konflikte stimulieren	1	0	0	4	1

**Tabelle 8: Übernommene Motivationsfunktionen**

Funktionen als Inhalts- und Vermittlungsexperten wurden nicht von allen Dozenten konsequent wahrgenommen (Tab. 9). Zwar haben fünf von sechs Dozenten Inhalte und Materialien auf Second Life hochgeladen, jedoch haben nur 50% der befragten Dozenten inhaltliche Bezüge zwischen den Themen und den Lerngruppen hergestellt und haben somit zwischen den Lerngruppen mediiert. Zwei Dozenten haben darauf geachtet, dass das zur Verfügung stehende Material auch im ausreichenden Umfang genutzt wurde.

Folgende Aufgaben wurde in der virtuellen Lehre übernommen ...	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Ohne Tendenz	Trifft eher zu	Trifft zu
Themenauswahl beeinflussen	1	1	2	2	0
Inhalte und Materialien eingeben	1	0	2	3	0
Inhaltliche Bezüge zwischen Themen und Lerngruppen herstellen	1	2	0	2	1
Sicherstellen, dass verfügbare Materialien genutzt werden	3	1	0	2	0

**Tabelle 9: Übernommene Inhalts- und Vermittlungsfunktionen**

Fünf der sechs Dozenten haben einführende Hinweise gegeben und Verständnisfragen gestellt, vier haben die Zusammenfassung komplexer Sachverhalte und Kooperationen gefördert.

## 4 Interpretation und Diskussion

Die durchgeführten Erhebungen zeigen, dass das Aufgabenspektrum eines Dozenten in Second Life die eines E-Moderators - im Sinne der Definition von [6] - umfasst. Auch die Aussage von [11], dass „E-Moderatoren neue, an die Online-Lehre angepasste Strategien lernen müssen“, wird durch unserer Ergebnisse bestätigt.

Die Ergebnisse bestätigen darüber hinaus die bisherigen Befunde, dass die Lehrenden ein breites Portfolio von didaktisch geeigneten Betreuungs- und Moderationsstrategien kennen und anwenden müssen, um einen Lernerfolg für Einzelne sowie für die Gruppe sicherstellen zu können (u.a. [9]). Es zeigt sich, dass Virtuelle Welten nicht nur die Kenntnis eines breiteren Spektrums an didaktischen Konzepten fordert als dies für andere Social Media der Fall ist, sondern auch deren Einsatz intensiver ist, als in der klassischen Präsenzlehre.

Weiterhin zeigen die Umfrageergebnisse, dass Dozenten neue Moderationsstrategien erlernen und kontinuierlich anwenden müssen. Die Umfrage bestätigt die Befunde von [5], nach denen

die E-Moderation eine der Hauptaufgaben im Distance Learning ist. Dies wurde von den befragten E-Moderatoren auch für Virtuelle Welten bestätigt. Dennoch zeigt die Untersuchung, dass die Dozenten noch intensiver als Motivatoren und Animatoren agierten. Damit kann auch das von [6] genannte Hauptziel der E-Moderation der Sicherstellung der „*zielgerichteten und sozial kompetenten Kommunikation und Arbeit*“ bestätigt werden.

Im Rahmen der Untersuchung konnte nicht festgestellt werden, ob die *cognitive presence* effektiv umgesetzt wurde (also Wissensvermittlung erfolgreich betrieben wurde). Auf Basis der durchgeführten Erhebungen kann aber nachvollzogen werden, dass das *Community-of-Inquiry-Konzept* [17] - und somit eine *social* und *teaching presence* - in Virtuellen Welten stärkere Bedeutung zukommt als in anderer Social Media.

Die Ergebnisse zeigen, dass für die Lehre in Virtuellen Welten jeweils ein hohes Maß an methodischen, technischen und didaktischen Kenntnissen vom Dozenten vorgehalten werden muss. In diesem Ausmaß ist dies nicht der Fall in der Wissensvermittlung mittels anderer Social Media-Anwendungen. Zwar wird auch hier methodisches Know-how im gleichen Umfang wie bei Virtuellen Welten vorausgesetzt, das technische und didaktische Wissen scheint aber weniger relevant zu sein. Auch zeigen die Untersuchungsergebnisse Unterschiede zu der klassischen Lehre auf. In der klassischen Lehre sind die Didaktik und die Methodik von hoher Relevanz. Das technische Wissen im Umgang mit den Medien scheint hingegen von geringer Bedeutung zu sein.

Hieraus kann abgeleitet werden, dass Dozenten, die mittels Virtueller Welten Wissen vermitteln wollen, gleichermaßen versiert in der Anwendung didaktischer und methodischer Konzepte sowie mit Techniken sein müssen. Somit müssen an diese Dozenten höhere Ansprüche gestellt werden als an Dozenten, die andere Lehrformen und Techniken verwenden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind mit Vorsicht zu interpretieren, denn es wurden lediglich sechs Dozenten befragt, die alle im gleichen Lehrarrangement involviert waren. Die Experimentteilnehmer kamen alle aus dem deutschsprachigen Raum (Lehrer wie Lernende). Nicht jeder der befragten Dozenten hatte bereits im Vorfeld Erfahrungen in der Lehre mit Blogs, Wikis, SNS, klassische Vorlesung und klassische Seminare gesammelt. Die Erkenntnisse dieser Fallstudie können nicht pauschalisiert werden.

## 5 Fazit und Ausblick

Im dargestellten Forschungsprojekt wurden Potenziale Virtueller Welten für den Wissenserwerb im erfahrungsbasiertes Lernen untersucht und bewertet. In früheren Analysen wurde gezeigt, dass Virtuelle Welten für die Vermittlung von kontextuellen, visuellen und auditiven, konzeptualisierten und prozeduralen sowie erfahrungsbasierten Wissen effektiv eingesetzt werden kann (u.a. [30]). Trotz dieser positiven Eigenschaften Virtueller Welten zeigt unsere Studie, dass die Wissensvermittlung über diese Plattformen mit einem hohen Lehraufwand einhergeht, und dass sehr hohe Anforderungen an die didaktischen, methodischen und technischen Fähigkeiten der Dozenten gestellt werden, um eine effektive Lehre zu ermöglichen. So wird beispielsweise von einem der Dozenten im Interview geäußert, dass die Lehre „*zu umständlich für die Vermittlung von Wissen [ist] – [und dass die] Aufwand-Nutzen Relation nicht [stimmt].*“ Oder dass das „*Kosten-Nutzen-Verhältnis stand heute nicht die Nutzung [rechtfertigt].*“

Somit kann aus den bisher vorliegenden Ergebnissen geschlossen werden, dass Virtuelle Welten grundsätzlich für eine Wissensvermittlung geeignet sind, jedoch geeignete Konzepte und Methoden für eine effiziente Wissensvermittlung noch nicht zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse motivieren somit zur weiteren Forschung und zur weiteren Entwicklung von didaktischen und methodischen Werkzeugen zur nicht nur effektiven, sondern auch effizienten Vermittlung von Wissen mittels Virtuelle Welten.

Die geführte Debatte über den Einsatz von neuen Medien und Technologien für Lehr- und Lernzwecke, besonders Virtuelle Welten, wirft weiterhin eine Reihe von Fragen zum Nutzerverhalten, Konzepte und Leistungsfähigkeit neuer Lernmodelle (wie handlungsbasiertes (activity-based) oder spielerisches (game-based) Lernen) durch 3D Simulationen, kommunikatives, kollaboratives und kooperatives Verhalten innerhalb Virtueller Welten sowie die Erstellung von Communitys im Web 2.0 und Virtuelle Welten auf.

## 6 Literatur

- [1] Alavi, M. (1994): Computer-mediated collaborative learning: an empirical evaluation. *MIS Quarterly*, 18 (3), 159-174.
- [2] Anderson, T.; Rourke, L.; Garrison, D. R.; Archer, W. (2001): Assessing teaching presence in a computer conferencing context. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5(2).
- [3] Arnold, R.; Schüßler, I. (1998): Wandel der Lernkulturen: Ideen und Bausteine für ein lebendiges Lernen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- [4] Bartle, R. (2003): *Designing Virtual Worlds*, New Riders.
- [5] Berge, Z. L.; Collins, M.P. (2000): Perceptions of e-moderators about their roles and functions in moderating electronic mailing lists. *Distance Education: An International Journal*, 21 (1), 81-100.
- [6] Bett, K. (2011): Rollen- und Funktionsmodell der E-Moderation - Eine qualitativ-quantitative Inhaltsanalyse der kommunikativen Akte von E-Moderatoren und E-Moderatorinnen in einem virtuellen Seminar, Dissertation, 2011, Tübingen.
- [7] Bett, K.; Gaiser, B. (2004); E-Moderation. Verfügbar unter: <http://www.e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/diskussion/e-moderation.pdf> (30.08.11).
- [8] Bloomfield, P.R.; Livingston, D. (2009): Games and Virtual Worlds for Serious Applications. *Proceedings of the VS-GAMES '09*.
- [9] Breuer, J. (2006): E-Tutoring – Lernende beim E-Learning betreuen. Hamburg.
- [10] Castranova, E. (2005): *Synthetic Worlds: The business and culture of online games*. University of Chicago Press, Chicago.
- [11] Collison, G., Elbaum, B., Haavind, S.; Tinker, R. (2000): *Facilitating Online Learning. Effective Strategies for Moderators*. Madison: Atwood Publications.
- [12] Daft, R. L.; Lengel, R. H. (1986): Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design. *Management Science*, 32 (5), 554-571.

- [13] Davis, A.; Murphy, J.; Owens, D.; Khazanchi, D.; Zigurs, I. (2009): Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses. *Journal of the Association for Information Systems*, 10 (2), Article 1.
- [14] Fetscherin, M.; Lattemann, C. (2008): Assessing and Modelling Virtual World Adoption. *Journal of Electronic Commerce Research (JeCR)*, 9(3), 231-242.
- [15] Friedrich, H. F.; Mayer-Picard, E.; Hesse, W. F. (2004): Virtuelle Seminare in der allgemeinen Erwachsenenbildung: Erfahrungen aus dem Projekt Netzball. In: Meister, D. M. (Hrsg.): *Online-Lernen und Weiterbildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 193-220.
- [16] Freiling, J. (2006): *Entrepreneurship – Theoretische Grundlagen und unternehmerische Praxis*. Vahlen, München.
- [17] Garrison, D. R.; Anderson T. (2003): *E-Learning in the 21st Century. A Framework for Research and Practice*. London, New York: RoutledgeFarmer.
- [18] Garrison, D. R.; Anderson, T.; Archer, W. (2001): Critical thinking, cognitive presence and computer conferencing in distance education. *The American Journal of Distance Education*, 15 (1), 7-23.
- [19] Gee, J. (2009): Deep Learning Properties of Good Digital Games: How Far Can They Go? In: Ritterfeld, U.; Cody, M.; Vorderer, P. (Hrsg.): *Serious Games. Mechanism and Effects*. New York: Routledge, Taylor and Francis. 67-83.
- [20] Grisham, L.; Smith, D. (2009): Distance Learning Game Application. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*.
- [21] Hemsing, S. (2008): *Online-Seminare in der Weiterbildung*. Berlin: mbv Verlag.
- [22] Huang, R.; Jestice, R.; Kahai, S. (2009): Virtual World Collaboration and Leadership: Effects on Team Process and Outcomes. *Proceedings of the MG 2009*, Paper 14.
- [23] Kienle, A.; Ritterskamp, C. (2007): Facilitating asynchronous discussions in learning communities: the impact of moderation strategies. *Behavior & IT*, 26 (1), 73-80.
- [24] Linden Lab. (2010) [http://secondlife.com/whatis/economy\\_stats.php](http://secondlife.com/whatis/economy_stats.php) (12.6.2010).
- [25] Magnenat-Thalmann, N.; Kim, H.S.; Egges, A.; Garchery, S. (2005): Believability and Interaction in Virtual Worlds. *Proceedings of the 11th International Multimedia Modelling Conference*, Melbourne, Australia, 2-9.
- [26] Markus, U. (2002): Integration der virtuellen Community in das CRM: Konzeption, Rahmenmodell, Realisierung, Josef Eul, Cologne.
- [27] Mohr, R. (2008): Übungslabor für Gründer. *itranskript*, 1-2(14).
- [28] Pannicke, D.; Zarnekow, R. (2009): Virtual Worlds. *Business & Information Systems Engineering*, 2, Gabler, 185-188.
- [29] Salmon, G. (2000): *E-moderating: The key to teaching and learning online*. London: Kogan Page.
- [30] Stieglitz, S.; Lattemann, C. (2011): Experiential Learning in Second Life, in: *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems (AMICS)*.

# Serious Gaming – Spiele als experimentgestützte Evaluationsmethode

**Fabian Lang**

Helmut-Schmidt-Universität, 22043 Hamburg, E-Mail: [fabian.lang@hsu-hamburg.de](mailto:fabian.lang@hsu-hamburg.de)

**Tim Püschel**

Albert-Ludwigs-Universität, 79098 Freiburg i. Br., E-Mail: [tim.pueschel@is.uni-freiburg.de](mailto:tim.pueschel@is.uni-freiburg.de)

**Dirk Neumann**

Albert-Ludwigs-Universität, 79098 Freiburg i. Br., E-Mail: [dirk.neumann@is.uni-freiburg.de](mailto:dirk.neumann@is.uni-freiburg.de)

## Abstract

Diese Arbeit präsentiert das Konzept des Serious Gaming, eine experimentelle Evaluationsmethode. Serious Gaming kann traditionelle Evaluationsmethoden ergänzen und das Evaluationsergebnis verbessern. Web 2.0 bietet hierbei großes Potenzial zur Probandenakquirierung. In dieser Arbeit wird das Konzept erläutert, die Ergänzungsmöglichkeiten traditioneller Methoden aufgezeigt, ein Leitfaden für die Konstruktion eines Serious Game entwickelt, die Distribution im Web 2.0 erläutert und das Konzept anhand einer Fallstudie illustriert. Die Fallstudie offenbart empirische Ergebnisse zur Eignung des Web 2.0 zur Spieldistribution.

## 1 Einleitung

Es existieren vielerlei Parallelen zwischen realen Prozessen und dem Spiel. So wird beides durch zwischenmenschliche Interaktion und exogene Ereignisse bestimmt. Das Spiel versucht dabei in erster Linie eine authentische Situation widerzuspiegeln.

Das Ziel der Konstruktionsforschung ist die Entwicklung von Artefakten sowie deren Evaluation, die nicht nur technische Faktoren, sondern auch Verhalten untersuchen muss [5]. Spiele können zur Simulation von Umwelten eingesetzt werden und so Verhalten von Menschen untersuchen. In diesem Sinne wurden Kriegsspiele von Offizieren schon seit Jahrtausenden zur Darstellung von Schlachten und Verbesserung ihrer strategischen Fähigkeiten eingesetzt wie bspw. im indischen Brettspiel Chaturanga, das ca. 2000 v.Ch. entwickelt wurde [19]. Im Zweiten Golfkrieg benutzte das Pentagon ein kommerzielles Kriegsbrettspiel, um Szenarien und potenzielle Reaktionsstrategien zu untersuchen [3]. Das Spiel als soziale Interaktion, früher auf örtliche Mehrspielerspiele beschränkt, hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Anwendungen des Web 2.0 wie Soziale Netzwerke ermöglichen soziale Interaktion und Wettbewerb bei Spielen ohne direkten Kontakt der Spieler. Crowdsourcing ermöglicht es, dass eine große Menge an Spielern einfach akquiriert werden kann.

Die Forschungsfrage adressiert die Anwendung des Konzeptes des Serious Gaming auf Artefakt-Evaluationen, die Konzeption und Implementierung von Serious-Gaming-Experimenten sowie deren Distribution mittels Web 2.0. Im Anschluss an diese Einleitung wird die Evaluationsmethode präsentiert und diskutiert sowie ein Leitfaden zur Konzeption entwickelt. Daraufhin wird die Distribution mittels Web 2.0 erörtert und eine Fallstudie vorgestellt, welche die Anwendung des Leitfadens illustriert sowie zur empirischen Untersuchung der Distribution mittels Web 2.0 dient. Abschließend wird ein Fazit gezogen.

## 2 Serious Gaming als Forschungsmethode

### 2.1 Definition

Der Begriff des Serious Gaming (engl. „ernsthaftes Spielen“) wirkt bei oberflächlicher Betrachtung als Paradoxon, da Spielen in der Regel als ein Gegenteil der Ernsthaftigkeit gesehen wird. Es lassen sich jedoch viele Parallelen zwischen der wirklichen Welt und dem Spiel ziehen. Die Akteure erwarten sowohl bei realen Aktionen als auch beim Spiel einen Nutzen aus ihren Taten, sei es durch Belohnung, wie monetäre Auszahlungen, oder durch den symbolischen Sieg und die damit verbundene Zustimmung oder Ehre [6]. Serious Games verbinden das Ernste mit dem Spiel, indem die Spiele einen ernsthaften Zweck verfolgen und dadurch das Spielerische mit der Realität verbinden [16]. Diese Ideen führen zu folgender Definition eines Serious Game (basierend auf [21]):

*Ein Serious Game ist ein mentaler Wettbewerb, welcher in Einverständnis mit konkreten Regeln gespielt wird, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen oder Verhalten der Spieler zu beobachten. Die Absicht eines Serious Game besteht dabei nicht primär in der unterhaltenden Wirkung, sondern vielmehr darin, einen höheren Zweck zu erfüllen.*

Anwendung in der Forschung haben Serious Games bisher in der Managementforschung gefunden. Planspiele stellen bestimmte Geschäfts- und Marktmodelle dar, in denen der Spieler als Beobachtungsobjekt Entscheidungssituationen absolvieren muss. Der Vorteil der Planspiele ist, dass sequentielle, mehrdimensionale Probleme untersucht werden können, ohne dass die Ergebnisse zu normativen Aussagen bzw. Präskriptionen ohne Vorhersagekraft für tatsächliches Managementverhalten mutieren [1].

### 2.2 Einsatzmöglichkeiten in der Konstruktionsforschung

Serious Games bieten sich als Methode in der Konstruktionsforschung an. Der höhere Zweck dieser Spiele kann sich in drei Zielen äußern:

#### *Schaffung eines Referenzpunktes*

Bei neuartigen Artefakten ist es möglich, dass keine validen Vergleichsmöglichkeiten existieren. Bspw. kann bei der Entwicklung von Entscheidungsheuristiken vergleichbare Methoden oder Wissen über das Verhalten von Agenten fehlen, sodass keine Simulationen, analytische Vergleichsmethoden oder Szenarien für die Evaluation verwendet werden können. Hier kann ein Serious Game einen Referenzpunkt schaffen, da der Spieler vor eine vergleichbare Entscheidungssituation wie die Heuristik gestellt wird. Die Entscheidungen des Spielers werden durch Logik unter Anwendung von *menschlicher Heuristiken* getroffen. Die menschliche Logik und Intelligenz repräsentiert Vernunft, nicht Rationalität, und kann als Benchmark für Heuristiken verwendet werden.



### *Aneignung von erfolgreichen Heuristiken*

Erfolgreiche Strategien der Spieler können beobachtet und ausgewertet werden, um diese zur Verbesserung des Artefaktes zu nutzen. Hier besteht eine Verwandtschaft zu Planspielen, da diese ebenfalls auf Beobachtung von Entscheidungen abzielen. Durch eine große Anzahl an Spielern kann eine Vielzahl von Strategien und Heuristiken „erspielt“ werden, zudem besteht eine erweiterte kreative Basis. Serious Gaming kann einen dezentralen Suchprozess nach guten Lösungen darstellen (vgl. Weisheit der Vielen: [18]).

### *Erklärung bzw. Prognose von menschlichem Handeln*

Eine Evaluation durch ein Serious Game kann auch Phänomene prognostizieren, die nicht durch konventionelle Methoden vorhersehbar sind. Gerade die gelockerte Rationalitätsannahme ist schwierig zu modellieren und zu prognostizieren. Da das Evaluationsergebnis durch Entscheidungen von echten Menschen bestimmt wird, prognostizieren sie gleichzeitig reales Verhalten von Menschen sehr zutreffend. So könnte man zwar z.B. das Verhalten eines rationalen Individuums bei einer Auktion spieltheoretisch beschreiben, allerdings keine Rückschlüsse auf das Verhalten der echten Auktionsteilnehmer ziehen. Ein Auktionsmechanismus könnte mit dieser Methodik nicht ohne weitere Prüfung, wie eine Feldstudie, bewertet werden. Der verhaltenswissenschaftliche Ansatz eignet sich gut für die Untersuchung der Interaktion zwischen Mensch und Informationssystem bzw. zwischen verschiedenen Menschen. Dies ist ein notwendiger Prozess in der Konstruktionsforschung, da Technologie und Verhalten nicht getrennt werden können und gründliche Forschung beidem bedarf [5].

## **3 Ergänzung traditioneller Evaluationsmethoden**

Serious Gaming bietet vielerlei Anknüpfungspunkte an traditionelle Evaluationstechniken. Üblicherweise werden bei Evaluationen Simulationen, analytische Ansätze, Feldstudien oder Laborexperimente eingesetzt [11]. Jedoch weisen diese Methoden auch Schwachstellen auf, die durch Serious Gaming komplementiert werden können. Zudem sind alternative Ansätze essentiell für eine gründliche Evaluation [5].

Theoretische Modelle bzw. spieltheoretische Ansätze sind eine abstrakte Näherung, um eine ökonomische Intuition des Problems zu erlangen und entscheidende von unwichtigen Faktoren zu separieren. Der Kern theoretischer Modelle ist die formelle Repräsentation, die mit starken Annahmen, Beschränkungen und Verallgemeinerungen verknüpft ist. Es wird zwischen zwei Arten von Vereinfachungen unterschieden: Fiktion und grenztypische Vereinfachungen. Insbesondere die grenztypischen Vereinfachungen, wie vollständige Informationen oder vollkommene Konkurrenz, sind kritisch zu bewerten und bei einer Prüfung auf Wahrheitsgehalt im Vergleich mit der Realität nur schwer tragbar [9]. Aggregierte Modelle werden oft von agentenbasierten Modellen dominiert. Jedoch benötigen auch diese Modellart Annahmen und Vereinfachungen, deren Vorhersagekraft aufgrund der Komplexität von individuellem Handeln meist fragwürdig ist [11]. Serious Gaming bringt Menschen in die Evaluation ein und bedarf so keiner Verhaltensannahmen. Während analytische Ansätze meist von optimalem Handeln ausgehen, agieren Menschen eher heuristisch und pragmatisch. Zusammenfassend beobachtet Serious Gaming das Handeln des Menschen, nicht das Handeln der Modellannahmen.

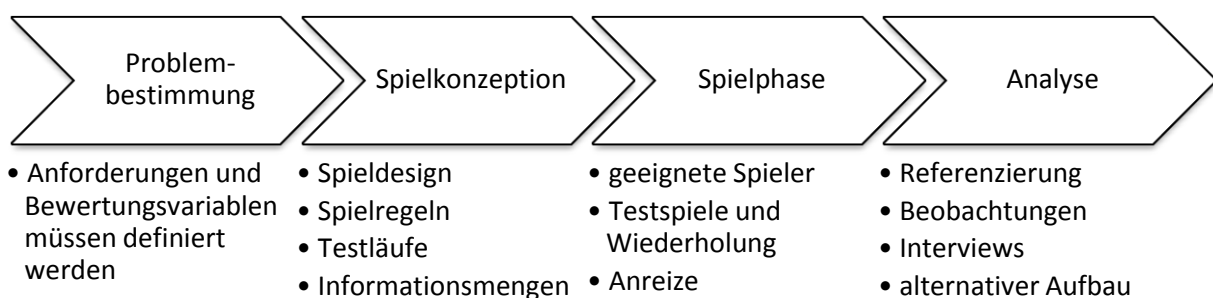
Die verbreitetste Methode der Evaluation ist die Simulation, eine Nachahmung der Handlung eines realen Prozesses oder Systems über die Zeit [2]. Der Vorteil von Simulationen ist, dass sie eine aussagekräftige und kontrollierbare Umwelt besitzen, die Antworten zu verschiedensten Szenarien bieten kann und somit helfen kann, einen Prozess oder eine Aktion besser zu verstehen [2]. Jedoch ergibt sich auch hier bspw. die oben diskutierte Problematik der Verhaltensannahmen. Zudem benötigen Simulationen für die Berechnungen einen hohen Zeitaufwand und großes Fachwissen. Simulationstechnologien wie Hardware, Softwarelizenzen, Pflege der Technologie oder Ausbildungskosten sind relativ kostspielig [10]. Diese Einschränkungen führen in der Praxis oft zur bruchstückhaften Ausführung der Simulationen, um Zeit, Personal und Kosten zu sparen. Die Evaluation eines Mechanismus ist ein *Wicked Problem*. Dieses zeichnet sich durch besondere Charakteristiken aus: Es fehlen eine explizite Formulierung, Abbruchregeln oder eine eindeutige Überprüfung. Simulationen können bei diesen Charakteristiken problematisch sein [15]. Des Weiteren können Simulationen auch an fehlenden geeigneten Benchmarks leiden. Serious Gaming kann hier als eine Benchmark dienen und pragmatische menschliche Intelligenz darstellen. Diese menschlichen „Heuristiken“ können mit der Simulation verglichen werden und sie so ergänzen. Spiele benötigen keinerlei Wissen oder Annahmen über Verhalten oder die Dimension des Problems, welches von den Spielern im Spiel entdeckt werden können. Evolutionäre Strategien können sich ausbilden und die Evaluation profitiert von der Weisheit der Vielen, da Strategien, die von Fachleuten nicht in Betracht gezogen wurden, entdeckt werden können. Ein Beispiel: Zu Beginn des Zweiten Golfkrieges (1990–1991) wollte das US-Pentagon seine Reaktionsstrategien ausloten. Simulationen konnten keine ausreichend zufriedenstellenden Antworten liefern aufgrund von mangelnden Umweltinformationen. Man entschloss sich, ein kommerzielle Kriegsbrettspiel (Gulf Strike) einzusetzen, um spielerisch die meisten der später angewandten Strategien zu evaluieren und über diese zu verhandeln [3][20].

Feldstudien und Testläufe implementieren Artefakte in einem separierten Umfeld und finden so in einer realen Umwelt statt. Jedoch kann das separate Umfeld auch besondere Eigenschaften aufweisen, wie z.B. besondere Präferenzen auf einem regionalen Testmarkt, die das Ergebnis verzerren und die Allgemeingültigkeit in Frage stellen. Zudem sind Feldstudien sehr kostspielig, können negative Konsequenzen, wie negative Kundenerfahrung, haben und sind nicht reproduzier- und parametrisierbar. Laborexperimente hingegen implementieren Artefakte in einer Testumgebung mit wohldefinierten Umgebungseigenschaften und versuchen reale Situationen nachzubilden, wodurch sehr leicht verschiedene Alternativen getestet werden können. Jedoch sind Laborexperimente anfällig für verschiedene Verzerrungseffekte (vgl. im Folgenden [17]). Ein Experiment benötigt einen durchdachten Aufbau und Anreize für die Probanden, da ansonsten aus den Tests falsche Rückschlüsse gezogen werden können. Serious Games bieten einen zentralen Anreiz für die Teilnahme: Unterhaltung und Spaß. Die Probanden sind sich nicht dermaßen bewusst, an einer Studie teilzunehmen, wie sie es in einem Laborexperiment wären. Daher fühlen sie sich nicht dazu gedrängt, Antworten zu geben, die der Versuchsleiter vermutlich hören möchte. Dieses Problem ist als *Observer Expectancy Effect* oder *Versuchsleitereffekt* bekannt. Ein präsenter Versuchsleiter ist beim Serious Gaming nicht notwendig und eine große Zahl an Versuchspersonen kann, im Gegensatz zu Laborexperimenten, akquiriert werden. Des Weiteren haben Laborexperimente oft fast ausschließlich Studenten als Testpersonen und können so selten eine adäquate Grundgesamtheit nachbilden. Serious Gaming kann mit Quoten bestimmte Strukturen erreichen und dabei immer noch große Teilnehmerzahlen erreichen oder offen gestaltet sein. Es ist oft schwierig, Experten aus der Praxis für ein Laborexperiment zu

gewinnen. Serious Gaming kann dies erleichtern, weil es weder zeit- noch ortsgebunden ist und ad hoc online ausgeführt werden kann. Ein weiterer Nachteil von Laborexperimenten ist der sogenannte *Hawthorne Effect*: Probanden fühlen sich durch die Teilnahme an einem Experiment privilegiert und ändern ihr Verhalten – bspw. werden bei Leistungsmessungen auch in der Kontrollgruppe Anstiege gemessen. Bei Serious Gaming ist das Individuum sich nicht vollständig bewusst, an einem Experiment teilzunehmen, da es in erster Linie seinem Vergnügen an einem Spiel nachgeht. Des Weiteren könnte sogar der wissenschaftliche Zweck des Spieles nicht offenbart werden, sodass der Proband in vollem Maße im Glauben ist, lediglich ein Spiel zu spielen. Diese Vorgehensweise kann auch das sogenannte *Hypothesis Guessing* verhindern, wobei die Testperson versuchen könnte, die Hypothese zu raten und dementsprechend auf eine andere Weise darauf zu antworten. Allerdings hat eine von den Autoren durchgeführte Umfrage unter 70 Personen ergeben, dass Menschen eher gewillt sind, ein Spiel zu spielen, wenn sie wissen, dass es einem wissenschaftlichen Zweck dient. Zusammenfassend kann Serious Gaming die Projektion der realen Welt auf die Evaluationswelt verbessern, indem echte Agenten verwendet werden, die den Modellen in ihrer Verhaltensprognosekraft überlegen sind. Eine Kombination aus Serious Gaming, Experimenten und Simulationen ist denkbar und würde zu besseren Evaluationsergebnissen führen.

#### 4 Leitfaden für eine Serious-Gaming-Evaluation

Das Ziel einer Evaluation ist es, die Güte eines Artefaktes zu bemessen, also die Qualität, Wirksamkeit, Effizienz, Anwendbarkeit und Nützlichkeit eines Artefaktes offen zu legen [5]. Dieser Prozess resultiert entweder in Vorschlägen zur Verbesserung oder autorisiert je nach Bewertung die tatsächliche Anwendung. Bild 1 zeigt einen Leitfaden für eine Serious-Gaming-Evaluation (vgl. [8]). Der Leitfaden orientiert sich an Pólyas [12] Ablaufempfehlungen zur Entwicklung von heuristischen Lösungen.



**Bild 1:** Leitfaden für den Ablauf einer Evaluation

##### *Problembestimmung*

Das Problem und der Zweck der Untersuchung müssen als Erstes bestimmt werden. Hierzu muss man Informationen über die Problematik einholen und sich mit der Materie auseinandersetzen. Die erarbeiteten Kriterien müssen dabei gründlichst untersucht und auf Relevanz geprüft werden [5]. Dies stellt die Vorarbeit für den folgenden Evaluationsprozess dar und ist sehr wichtig für dessen Erfolg, da auf der Basis der Problembestimmung das Serious Game und die Experimentumwelt konstruiert wird.

### *Spielkonzeption*

Die Spielkonzeption besteht einerseits aus dem Spieldesign und andererseits aus den Spielregeln. Das Spieldesign umfasst die Schnittstelle zum menschlichen Spieler (Interface) sowie die Spielengine. Während das Interface bedeutend für das Spielvergnügen und die Benutzerfreundlichkeit ist, und somit entscheidend für die Akquirierung von Spielern, enthält die Spielengine die zugrunde liegende Umweltmodellierung. Die Spielregeln, wie z.B. Abspracheverbot, bestimmen die Interaktion zwischen den Spielern oder den Spielablauf. Es empfiehlt sich, Testläufe durchzuführen, um zu untersuchen, ob das Spiel den Anforderungen wie Benutzerfreundlichkeit gerecht wird. Testläufe sind ebenfalls eine Evaluationsmethode, die das neu geschaffene Artefakt, das Serious Game, bewertet, um eine möglichst hohe Aussagefähigkeit erzielen zu können.

### *Spielphase*

Nach gründlichen Testläufen kann das Spiel veröffentlicht werden und die tatsächlichen Probanden das Spiel spielen. Bei der Auswahl der Spieler besteht eine Wahlmöglichkeit zwischen freiem Zugang und Quotenregelungen, um eine bestimmte Stichprobenstruktur zu erreichen. Ebenso muss die Notwendigkeit von Fachwissen für das Spiel bedacht werden und demnach müssen die Spieler ausgewählt werden. Den Spielern sollte die Möglichkeit gegeben werden, Proberunden zu spielen, oder das Spiel wiederholt spielen zu können. Dies kann nicht zielorientiertes Verhalten unterbinden und macht den Spieler mit dem Spiel vertraut. Anreize wie Preise oder Wettbewerb führen dazu, dass die Spieler sich aktiver und ambitionierter mit dem Spiel beschäftigen [1].

### *Analyse*

In der Analyse wird das Ergebnis des Artefakts mit den Ergebnissen der Spieler verglichen, und andere Vergleichsmessungen wie ein theoretisches Optimum oder andere Artefakte, falls vorhanden, werden hinzugezogen. Des Weiteren können eine Analyse der Strategien der Spieler neue Informationen und Ideen bieten, die das Artefakt weiter verbessern können. Alternative Spielaufbauten können verwendet werden, um den Artefakt unter anderen Grundannahmen zu testen und die Gültigkeit der Evaluation weiter zu untermauern.

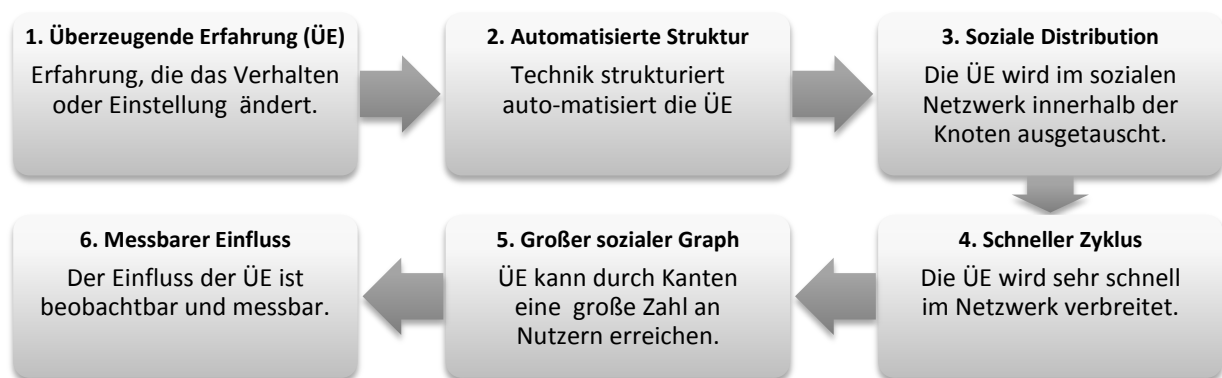
## **5 Distribution mittels Web 2.0**

Web 2.0 als „Mitmachweb“ bietet Chancen für Serious-Gaming- Evaluationen; es können durch den Interaktionscharakter leicht sehr große Teilnehmerzahlen erreicht werden, was in klassischen Experimenten nur unter großem Aufwand und Kosten möglich wäre.

### **5.1 Soziale Netzwerke**

Eines der Kernlemente des Web 2.0 sind Soziale Netzwerke wie facebook.com. Ein Vorteil dieser Netzwerke ist, dass persönliche Informationen über den Benutzer zur Auswertung verfügbar sind. Des Weiteren sind Anwendungen in Sozialen Netzwerken sehr erfolgreich, da durch Feeds, die den Kontakten der Person angezeigt werden, oftmals die Teilnahme an einer Anwendung oder deren erfolgreiches Absolvieren geteilt wird. Diese erfahren wiederum so von der Anwendung und können sie adaptieren. Diese Form der erleichterten Mund-zu-Mund-Propaganda führt zu einer schnellen Ausbreitung der Anwendung bei den Benutzern. Fogg [4] entwickelte hierzu die sogenannten Mass Interpersonal Persuasion (MIP) untergliedert in 6 Stufen

(siehe Bild 2). Folglich, sofern ein Serious Game unterhaltsam gestaltet ist, kann eine MIP induziert werden und eine große Probandenzahl erreicht werden. Um das Nutzerverhalten auf sozialen Plattformen näher zu untersuchen, wurden 70 Facebookmitglieder nach deren Gewohnheiten befragt: 79% der Befragten gaben an, dass sie Facebook-Anwendungen (Apps) verwenden, wobei 41 % diese oft bzw. sehr oft nutzen. Spiele waren dabei die am häufigsten regelmäßig benutzte Anwendungsgattung (23%), während 50% der Befragten generell, unabhängig von der Frequenz, Spiele auf Facebook nutzen. Die Veröffentlichungsfunktion, bei der z.B. Spielergebnisse auf der Startseite der Freunde als Feed angezeigt werden, wird von 71% verwendet. Diese Funktion ist ein Kernstück des MIP, da sie die soziale Distribution (Stufe 3) und einen schnellen Zyklus (Stufe 4) fördert. Der durchschnittliche Nutzer von Facebook hat 130 Freunde in seinem Netzwerk (Quelle: <http://facebook.com/press/info.php?statistics>, Stand: 08/11), die durch den Feed über das Spiel informiert werden. Somit verbreitet sich eine Anwendung durch das soziale Netz und wird ohne weiteren Eingriff der Entwickler beworben. Des Weiteren gaben 57% der Befragten an, dass sie schon einmal Freunde zu einer Anwendung eingeladen haben. Die soziale Verbindung zwischen den Spielern unterstützt nicht nur die Verbreitung des Spieles, sondern lässt auch den Einsatz im Spiel steigern. So bestätigten 38% der Befragten, dass sie schon einmal ein Spiel wiederholt spielten, um besser als Freunde abzuschneiden. Der soziale Wettbewerb kann einen tragenden Anreiz darstellen.



**Bild 2:** Stufen der Mass Interpersonal Persuasion [4]

## 5.2 Crowdsourcing

Crowdsourcing beschreibt eine Auslagerung von Arbeit an die Masse analog zum Outsourcing, bei dem Arbeit an Subunternehmer ausgelagert wird. Ein Beispiel ist Amazon Mechanical Turk (AMT), ein Micro-Task-Marktplatz, bei dem Aufgaben angeboten werden, die nur bedingt automatisiert vollzogen werden können wie bspw. die Identifizierung von Gegenständen auf Bildern oder das Schreiben einer Kurzbeschreibung [7]. Crowdsourcing kann auch in der Wissenschaft einen großen Beitrag leisten. So sind oft geringe Stichproben bzw. mangelnde große Zahlen problematisch. Durch Crowdsourcing können schnell und kostengünstig größere Teilnehmerzahlen für Studien bzw. Spieler für ein Serious Game erreicht werden. Die Kosten belaufen sich nach bei Amazon Mechanical Turk üblichen Tarifen auf ca. \$ 0,05 bis \$ 0,15 pro Spieler mit einer Spielzeit von drei bis zehn Minuten. Die Spieler werden zwar nur für einmaliges Spielen bezahlt, jedoch kann man davon ausgehen, dass bei Gefallen die Spieler das Spiel auch mehrmals spielen werden und somit auch mehrere Datensätze generieren. Des Weiteren besteht

auch die Möglichkeit, dass die via Crowdsourcing akquirierten Teilnehmer wiederum über Soziale Netzwerke das Spiel mit Freunden teilen und somit eine weitere soziale Kaskade auslösen. Zur Qualität haben Kittur et al. [7] gezeigt, dass bei geeignetem Studienaufbau die Güte der Ergebnisse durchaus zufriedenstellend für wissenschaftliche Ansprüche ist und viele Methoden durch die vergrößerte Grundgesamtheit übertrifft.

## 6 Fallstudie „Cloud Manager“

Um den Aufbau eines Serious Game und den Einsatz von Web 2.0 illustrativ darzustellen, wurde ein webbasiertes Managementspiel („*Cloud Manager 2*“) konzipiert und realisiert.

### 6.1 Szenario

Das Spiel bildet eine Entscheidungssituation unter Unsicherheit im Cloud Computing ab und bedient sich einem Forschungsszenario, das bei der Entwicklung von automatisierten Entscheidungsregeln bereits verwendet wurde [14]. Hierbei müssen Auftragsanfragen bearbeitet werden und die Aufträge umsatzmaximierend angenommen oder abgelehnt werden. Der Zeitpunkt der Auftragsanfrage ist in der Regel nicht identisch mit dem Startzeitpunkt des Auftrages. Es sind drei Grundressourcen (Speicher, Bandbreite, Rechenleistung) vorhanden, deren Kapazitäten nicht überschritten werden dürfen. Des Weiteren wurden Aspekte des Quality of Service (QoS) integriert, indem Kundentypen mit verschiedenen Prioritäten und unterschiedlichen Nebenbedingungen eingeführt wurden. Zudem hat der Spieler die Möglichkeit einen bereits zugesagten Auftrag gegen Zahlung einer Vertragsstrafe abzubuchen. Die Herausforderung des Spieles besteht also darin, dass Ressourcen verteilt werden müssen. Der Spieler muss also Ressourcen für spätere, eventuell lukrativere, Anfragen vorhalten, wobei der Spieler keine Kenntnis über zukünftige Anfrage hat und die ungenutzten Kapazitäten bereits verteilen kann (für weitere Informationen über das Szenario, siehe [13][14]).

### 6.2 Konzeption und Implementierung

Das Spiel *Cloud Manager 2* wurde gemäß dem Leitfaden in Abschnitt 4 entwickelt.

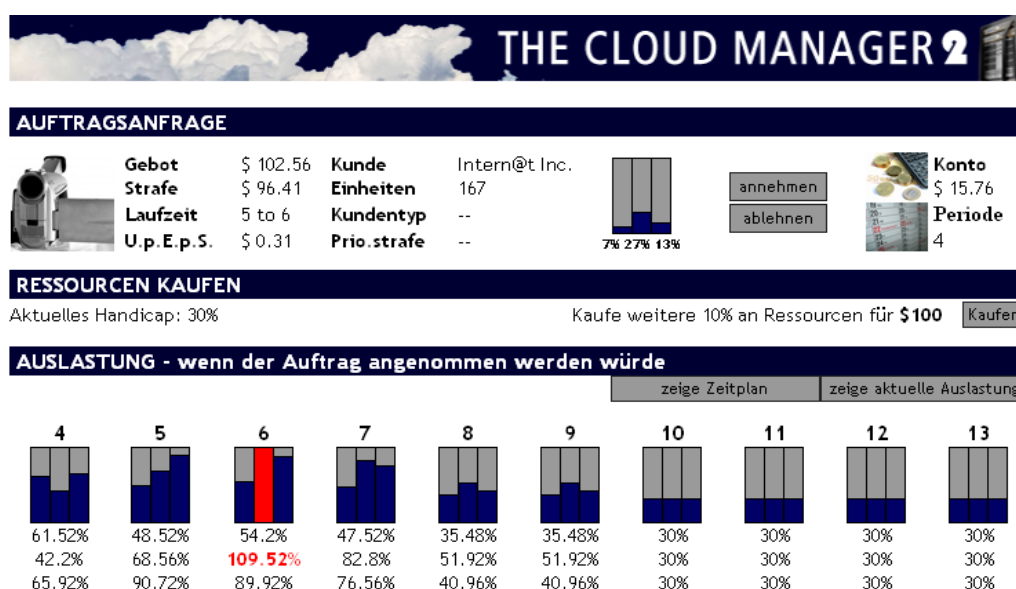


Bild 3: Screenshot des Spieldesigns

### *Problembestimmung*

Aufbauend auf das Szenario stehen zwei Spielziele im Vordergrund: Erstens ein möglichst hoher Umsatz und zweitens eine hohe Annahmequote von Prioritätskunden. Dies sind Kennzahlen für sowohl Effizienz als auch Dienstgüte. Als Versuchsziel stehen, zum einen, die Ergebnisse der Spieler als Benchmark für den automatisierten Entscheidungsalgorithmus zur Verfügung und, zum anderen, können erfolgreiche Strategien der Spieler zur Verbesserung des Algorithmus verwendet werden.

### *Spielkonzeption*

Das Spiel ist online spielbar und wurde mit HTML, php, JavaScript sowie AJAX in Verbindung mit einer MySQL-Datenbank programmiert. Zuerst wurde eine Version ohne die Nutzung von AJAX und JavaScript entwickelt (*Cloud Manager 1*), jedoch ergaben Rückmeldungen der Nutzer, dass eine verbesserte Dynamik des Spieles wünschenswert wäre und somit den Spielspaß und die Motivation der Probanden verbessern würde. Der Spieler muss über jeden Auftrag entscheiden, ob er ihn annehmen oder ablehnen will. Da das Spiel ohne Auslastung beginnt, wurde ein Handicap eingeführt, d.h. das Spiel beginnt mit einer Grundlast von 50% der Ressourcenkapazität. Dieses Handicap kann für einen geringen Geldbetrag abgebaut werden. Diese Funktion erhöht den Spielspaß und führt schneller zu Kapazitätsengpässen, die untersucht werden sollen. Ein durchschnittlicher Auftrag benötigt zwischen ca. 6% und 24% einer der Ressourcen. In realen Workloads ist dieser Wert wesentlich geringer, jedoch musste die Annahmefunktion getroffen werden, um das Szenario spielbar und interessant zu gestalten. Am Spielende werden alle angenommenen, aber noch nicht abgeschlossenen, Aufträge ausbezahlt, um den Spieleinsatz aufrecht zu halten.

### *Spielphase*

Wie bereits erwähnt, wurde eine erste Version namens *Cloud Manager 1* entwickelt und durch interne Testläufe evaluiert. Diese Rückmeldungen wurden bei der Entwicklung von *Cloud Manager 2* miteinbezogen und diese Version wurde ebenfalls durch Testläufe evaluiert. Das Spiel wurde anschließend auf drei verschiedene Arten verteilt: Auf der sozialen Plattform facebook.com, durch Einladungen an Spieler mit Vorkenntnissen und durch den Crowdsourcing-Anbieter Amazon Mechanical Turk (AMT). Die Einladungen wurden in Newslettern und Foren für Cloud Computing verteilt, bei denen sowohl Wissenschaftler als auch Experten aus der Praxis gewonnen werden konnten. Das Spiel kann wiederholt gespielt werden – so besteht der Anreiz sich selbst zu verbessern und gerade in sozialen Plattformen besser als seine Kontakte abzuschneiden. Deshalb wurde in der Version für facebook.com auch eine Vergleichsfunktion mit Kontakten im Netzwerk eingefügt sowie eine Veröffentlichungsfunktion für Spielergebnisse. Als weiterer Anreiz wurde das Ergebnis des Spieler mit einer fiktiven Figur gleichgesetzt, die entweder negativ (z.B. „Managementfähigkeiten einer Kuh“) oder positiv (z.B. „Managementfähigkeiten eines Genies“) konnotiert waren.

### *Analyse*

Die Ergebnisse der Spieler werden mit dem Optimum ins Verhältnis gesetzt, das man unter der Annahme vollständiger Informationen mit Hilfe einer gemischtganzzahligen Programmierung berechnen kann. Weitere Größen bzw. Verhältnisse sollen Informationen über die Annahmequote von Prioritätskunden oder die Abbruchkosten geben. Nicht nur die Ergebnisse des Durchschnittsspielers werden analysiert, sondern auch die Ergebnisse des besten Quartils und der

überdurchschnittlichen Spieler. In dieser Arbeit wird jedoch der Fokus auf Unterschiede der Distributionen, facebook und Amazon Mechanical Turk, gelegt.

### 6.3 Analyse der Implementierung in Web 2.0

Der größte Teil der 306 Datensätze wurde über Amazon Mechanical Turk (AMT) (49,3%) akquiriert, vor facebook.com (41,2%). Die restlichen 9,5% wurden über Einladungen und Foren erreicht. Hier zeigt sich die Eignung des Crowdsourcing um große Spielerzahlen zu erreichen, da über Einladungen nur 29 Datensätze gewonnen werden konnten, im Vergleich zu 277 über Web 2.0. Die 151 Datensätze auf AMT entstanden binnen 9 Tagen. 63,0% der Spiele wurden von männlichen Spielern gespielt (37,0% weiblich). Bei 7,2% der Datensätze war der Datensatz der erste Spielversuch. 60,8% hatten eine fachbezogene Ausbildung wie Wirtschaftswissenschaften, Informatik oder Mathematik und 81,4% waren Akademiker.

Um die Erfolgsfaktoren des Serious Game offenzulegen wurde eine Lineare Regression über die Spiele aus facebook und AMT durchgeführt (siehe Tabelle 1 links). Als abhängige Variable wurde das relative Ergebnis im Verhältnis zum theoretischen Optimum (=100) gewählt. Dadurch, dass bei der Einladungsgruppe keine eindeutige Nutzeridentifikation über eine eindeutige Identifikationsnummer wie bei facebook oder AMT möglich war, wurde diese Gruppe aus der Analyse entfernt. Die übriggebliebenen Gruppen facebook und AMT sind perfekt negativ korreliert, sodass eine AMT-Dummy-Variable zur Modellierung ausreichend ist.

	(1)	(2)	(3)		(4)	(5)
<b>Konstante</b>	74.591***	76.597***	75.472***	<b>Konstante</b>	54.040***	55.332***
<b>AMTurk-DUM</b>	-12.786***	-9.314***	-10.147***	<b>5 für \$ 1-DUM</b>	13.027***	12.073**
<b>1. Spiel-DUM</b>		-11.488***	-12.226***	<b>1. Spiel-DUM</b>		-1.515
<b>Akademiker- DUM</b>			2.585			
<b>Fachbezug- DUM</b>			5.522*			
<b>Adjust. R<sup>2</sup></b>	10.31%	17.01%	17.98%	<b>Adjust. R<sup>2</sup></b>	9.27%	8.75%

Abhängige Variable: Relative Ergebnis in % des theoretischen Optimums. Signifikanz: \*\*\* < 0,001 \*\* < 0,01 \* < 0,05

**Tabelle 1: Regressionsanalyse. Links: facebook und AMT (N=277). Rechts: AMT (N=151)**

Regression (1) zeigt, dass AMT-Spieler signifikant schlechter abschneiden als Facebookspieler. In Regression (2) wurde eine weitere Dummy-Variable für den ersten Versuch einer Testperson eingeführt. Der Regressionskoeffizient von AMT verringert sich hierbei, was bedeuten kann, dass das schlechte Ergebnis teilweise damit zusammenhängt, dass Spiele auf AMT relativ öfter zum ersten Mal gespielt wurden (Korrelation von 0,32). Regression (3) zeigt, dass Nicht-Akademiker nicht signifikant anders als Akademiker abscheiden (p-Wert: 38,32%) und dass eine fachbezogene Ausbildung sich jedoch signifikant positiv auf die Performance auswirken (p-Wert: 2,26%). Spieler mit Fachbezug erreichen demnach ein um durchschnittlich 5,52 Prozentpunkte besseres Ergebnis.

Die AMT-Spiele wurden mit Hilfe von zwei unterschiedlichen Vergütungen, zum einen, € 20 für ein Spiel und, zum anderen, \$ 1 für fünf Spiele, angeworben. Pro Spiel wurde demnach der gleiche Betrag ausgezahlt. Für beide Vergütungsformen wurde ungefähr der gleiche Betrag aufgewendet. Bei der € 20-Vergütung wurde innerhalb von 7,5 Tagen 61 Spiele akquiriert, wohingegen bei der \$ 1-Vergütung binnen anderthalb Tagen 90 Spiele akquiriert werden konnten. Drei der insgesamt besten fünf Spieler stammen aus der Gruppe der \$ 1-Vergüteten. Regression (4)



zeigt eine Regressionsanalyse für die beiden AMT-Stichproben. Die \$ 1-Vergütung weist hierbei eine um 13,03 % bessere Performance auf. Dies könnte durch die vermehrte Wiederholung geschuldet sein. Daher wurde in Regression (5) ein Dummy für das erste Spiel eingeführt, der jedoch zu keiner signifikanten Veränderung des Ergebnisses führt. Der Vergleich zwischen den ersten Spielen der € 20-Gruppe und der \$ 1-Gruppe ergibt zudem, dass die \$ 1-Gruppe auch im ersten Spiel im Ergebnis überlegen ist. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Rüstkosten, also die Kosten der Einarbeitung in das Spiel, überproportional groß sind, sodass bei fünf Spielen ausreichend geringe Stückkosten, also Zeit pro absolviertem Spiel, realisiert werden können. Der ökonomische Gewinn pro Spiel, der aus der Differenz zwischen monetären Einnahmen und den Opportunitätskosten der Zeit pro Spiel besteht, würde somit steigen. Des Weiteren besteht bei Aufgaben, die eine längere Zeit benötigen, ein höheres Risiko versunkener Kosten, z.B. wenn ein Auftrag nach einem bestimmten Zeiteinsatz nicht zu Ende ausgeführt werden kann. Durch die längere Bearbeitungsdauer könnten Nutzer von AMT, die eher auf schnelle und qualitativ unsensible Aufgaben abzielen, um in möglichst kurzer Zeit möglich große Einnahmen zu realisieren, abgeschreckt sein. Im Gegenzug könnten Nutzer, die eher an gründlicher Arbeit an einem Projekt als an vielen kleineren Projekten interessiert sind, stärker angezogen werden. Vermutlich resultieren die unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Gruppen aus der Selbstselektion, jedoch bedarf es weiterer Forschung, um diese Hypothese zu stützen.

## 7 Fazit

Serious Gaming ist eine alternative Evaluationsmethode, die Spiele als Umweltsimulation verwendet. Sie kann als Referenzpunkt dienen sowie eine Hilfe für die Verbesserung von Heuristiken durch Adaption von erfolgreichem Verhalten sein. Des Weiteren kann Serious Gaming menschliches Handeln erklären bzw. prognostizieren und somit Interaktion zwischen Mensch und Informationssystem analysieren. Die Methode benötigt keinerlei Annahmen über Verhalten wie in traditionellen Ansätzen, da reales Verhalten untersucht wird. Daher eignet sich Serious Gaming als gute Ergänzung zu traditionellen Methoden.

Eine große Grundgesamtheit gilt als Erfolgsfaktor für eine gründliche Evaluation. Wie in der Fallstudie gezeigt, können Soziale Netzwerke und Crowdsourcing hierbei sehr nützlich sein. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass die Ergebnisse sehr sensibel auf Änderungen des Versuchsaufbaus reagieren, da die Ergebnisse der Nutzer bei zwei verschiedenen Zahlungsschemen mit identischer Vergütung pro Spiel sich sehr unterschieden.

Die Aufgabe zukünftiger Forschung wird sein, die gespielten Strategien auf regelmäßige Handlungsmuster zu untersuchen, um erfolgreiche Strategien zu adaptieren. Das Spiel bietet ebenso die Möglichkeit, das Szenario zu ändern und die Reaktion der Spieler darauf zu messen. So könnte man auch die Reaktion auf Krisenszenarien (bspw. ein technisch bedingter überraschender Ausfall der Kapazitäten) untersuchen. Des Weiteren sollte sich zukünftige Forschung weiter auf das Potenzial von Crowdsourcing fokussieren. Hierbei sind einerseits die Untersuchung von Erfolgsfaktoren für den Versuchsaufbau und andererseits die Entwicklung eines Leitfadens für erfolgreiche Crowdsourcing-Implementierung von Interesse. Analog dazu sollten Erfolgsfaktoren für die Implementierung in Sozialen Netzwerken und Auslösung einer MIP untersucht werden.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Babb, EM; Leslie, MA; Van Slyke, MD (1966): The Potential of Business-Gaming Methods in Research. *The Journal of Business* 39(4): 465-472.
- [2] Banks, J (1998): Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. Wiley-IEEE, New York.
- [3] Dunnigan, JF (1992): The Complete Wargames Handbook. Morrow, New York.
- [4] Fogg, BJ (2008): Mass Interpersonal Persuasion: An Early View of a New Phenomenon. *Proceedings of the 3rd International Conference on Persuasive Technology*.
- [5] Hevner, A; March, S; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1): 75-105.
- [6] Huizinga, J (1956): Homo Ludens: Vom Ursprung der Kultur im Spiel. Rowohlt, Reinbek.
- [7] Kittur, A; Chi, EH; Suh, B (2008): Crowdsourcing User Studies With Mechanical Turk. *Proceedings of the Twenty-Sixth Conference on Human factors in Computing Systems*.
- [8] Lang, F; Püschel, T; Neumann, D (2009): Serious Gaming for the Evaluation of Market Mechanisms. *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS 2009)*.
- [9] Lindenberg, S (1991): Die Methode der abnehmenden Abstraktion: Theoriegesteuerte Analyse und empirischer Gehalt. In: Esser, H; Troitzsch KG (Hrsg.), *Modellierung sozialer Prozesse*. Informationszentrum Sozialwissenschaften, Bonn.
- [10] McLean, C; Leong, S (2001): The Role of Simulation in Strategic Manufacturing. *Proceedings of the 2001 International Working Conference on Strategic Manufacturing*.
- [11] Neumann, D (2004): Market Engineering - A Structured Design Process for Electronic Markets. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe.
- [12] Pólya, G (1945): How to Solve It. Princeton University Press, Princeton.
- [13] Püschel, T; Lang, F; Bodenstein, C; Neumann, D (2009): A Service Request Acceptance Model for Revenue Optimization: Evaluating Policies Using a Web Based Resource Management Game. *Proceedings of the 43rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-43)*.
- [14] Püschel, T; Neumann, D (2009): Management of Cloud Infrastructures: Policy-Based Revenue Optimization. *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS 2009)*.
- [15] Rittel, HW; Webber, MM (1973): Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences* 4: 155-169.
- [16] Rodriguez, H (2006): The Playful and the Serious: An Approximation to Huizinga's Homo Ludens. *Game Studies* 6(1).
- [17] Strohmets, DB (2008): Research Artifacts and the Social Psychology of Psychological Experiments. *Social and Personality Psychology Compass*, 2(2): 861-877.
- [18] Surowiecki, J (2004): Die Weisheit der Vielen - Warum Gruppen klüger sind als Einzelne. Goldmann, München.

- [19] Susi, T; Johannesson, M; Backlund, P (2007): Serious Games – An Overview. Technical Report HS- IKI -TR-07-001, Universität Skövde.
- [20] von Hilgers, P (2000): Eine Anleitung zur Anleitung. Das taktische Kriegsspiel 1812-1824. *Board Games Studies* 3.
- [21] Zyda, M (2005): From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. *IEEE Computer* 38(9): 25-32.



# **Einsatz von Spielmechaniken in Ideenwettbewerben: Einsatzmotive, Wirkungen und Herausforderungen**

**Christian Willi Scheiner**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Industriebetriebslehre,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [scheiner@industrial-management.org](mailto:scheiner@industrial-management.org)

**Maximilian Witt**

Technische Universität Braunschweig,  
Institut für Wirtschaftsinformatik – Abteilung Informationsmanagement, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: [m.witt@tu-bs.de](mailto:m.witt@tu-bs.de)

**Kai-Ingo Voigt**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Industriebetriebslehre,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [voigt@industrial-management.org](mailto:voigt@industrial-management.org)

**Susanne Robra-Bissantz**

Technische Universität Braunschweig,  
Institut für Wirtschaftsinformatik – Abteilung Informationsmanagement, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: [s.robba-bissantz@tu-bs.de](mailto:s.robba-bissantz@tu-bs.de)

## **Abstract**

Kunden generieren, entwickeln und bewerten Ideen für Produkte und Dienstleistungen in Online-Ideenwettbewerben und verhelfen Unternehmen so zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Der Einsatz von Spielmechaniken bietet eine Möglichkeit dieser Herausforderung zu begegnen. Im Rahmen dieser Studie wurden Experten zum Einsatz und zu den gewonnenen Erfahrungen mit Spielmechaniken in Ideenwettbewerben befragt. Spielmechaniken erweisen sich dabei als hilfreiches Instrument, um Motivation und die Qualität der Teilnahme zu beeinflussen. Allerdings zeigen die Erkenntnisse ebenfalls, dass der Einsatz von Spielmechaniken bisher noch wenig fundiert erfolgt, die Messung des Erfolgs verbessert werden kann und der Einsatz von Spielmechaniken Unternehmen und Wissenschaft mit neuen Herausforderungen konfrontiert.

## **1 Einleitung**

Ideenwettbewerbe stellen eine Form der aktiven Integration von Kunden in den Innovationsprozess (Open Innovation) dar, um Bedürfnis- und Lösungsinformationen besser zu erheben und damit die Effizienz und Effektivität im Innovationsprozess zu steigern [7][17][32][37][49].

In Ideenwettbewerben werden Kunden eingeladen ihre Ideen zu einem spezifischen Thema einzureichen. Meistens ist die Dauer eines Ideenwettbewerbs in der Praxis auf wenige Wochen beschränkt [50]. Nach Beendigung der Einreichungsfrist werden die Ideen entweder durch eine eingesetzte Expertenjury, andere Teilnehmer oder durch den Einreicher selbst beurteilt [33]. Die Prämierung der besten Ideen stellt dann oftmals das offizielle Ende des Wettbewerbs dar. Neben Ideenwettbewerben werden auch andere webbasierte Instrumente wie z.B. Toolkits oder Communities eingesetzt [29]. Alle Ansätze sind ein Ausdruck eines Paradigmenwechsels, vor dem sich viele Unternehmen beim Generieren, Entwickeln und Bewerten von Innovationen allein auf die internen Fähigkeiten der eigenen Forscher und Entwickler verlassen haben [7][30]. Dieses Vorgehen hatte jedoch den Nachteil, dass Kunden vom Innovationsprozess ausgeschlossen waren und so wertvolle Quellen für Bedürfnis- und Lösungsinformationen verschenkt wurden [48]. Es gibt zahlreiche empirische Beweise, dass Unternehmen von dem Einsatz dieser webbasierten Instrumente, wie Toolkits [13], Communities [12] oder gerade Ideenwettbewerben [33], profitieren. Prahalad und Ramasway [35][36] unterstreichen, dass die freiwillige Mitwirkung von Kunden an Entwicklungsaufgaben und der damit verbundene Informationsfluss vom Kunden hin zum Unternehmen zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil der Zukunft wird. Durch den in den vergangenen Jahren festzustellenden konstanten Anstieg der Open-Innovation-Initiativen haben Unternehmen zwei (miteinander zusammenhängende) Herausforderungen zu lösen [15]: Erstens, Kunden sind zu motivieren. Motivation wird dabei verstanden als eine Kombination aus der Wahl einer Person etwas zu tun und dem Willen den Einsatz in Bezug auf die Aufgabe auszuweiten und diesen Einsatz auch über die Zeit aufrecht zu erhalten [1]. Zweitens ist sicherzustellen, dass die von Kunden erbrachten Informationen kreativ und zielführend sind [50]. Eine Möglichkeit diesen Herausforderungen zu begegnen, stellt die Nutzung von Spielmechaniken (zum Beispiel Punkte oder Ranglisten) dar. Die Nutzung von Spielen und insbesondere von Spielmechaniken im Kontext des Innovationsmanagements und damit in Ideenwettbewerben ist jedoch weitgehend unerforscht [23]. Ziel dieser Studie ist es daher anhand einer empirischen Erhebung zu zeigen, welche Motive für den Einsatz von Spielmechaniken in Ideenwettbewerben existieren, welche Wirkungen man sich durch die Mechaniken verspricht und welche Aufgaben bei deren Verwendung zu lösen sind.

## 2 Spielen

Es gibt kein einheitliches Verständnis und keine einheitliche Definition von dem Begriff "Spielen", einige Autoren sind sogar der Meinung, dass Spielen nicht definiert werden kann [16][45]. Huizinga [21] behauptet, dass Spielen eine in Raum und Zeit begrenzte, freiwillige Tätigkeit ist, die Regeln hat und zu Sozialisation anregt. Falassi [11] weist darauf hin, dass Menschen sich so in Spielen verhalten, wie sie es sonst nicht tun würden. Für Caillois [6] ist Spielen mit Spaß verbunden. Baranauskas et al. [2] beschreiben Spielen als eine Tätigkeit, die sich durch Herausforderung und Risiko auszeichnet.

Spielen hat sich bereits im organisationalen Kontext als hilfreich erwiesen: So kann Spielen die Produktivität am Arbeitsplatz verbessern [43], sich positiv auf Entscheidungsprozesse auswirken [44] und kann Lernen ermöglichen [10]. An der Schnittstelle von Spielen und Ideenmanagement gibt es bisher jedoch erst wenige Forschungserkenntnisse [14][23][46]. Der Einsatz von zielgerichteten Spielen, um als Unternehmen kreative Lösungsinformationen zu erlangen, ist bisher ebenfalls noch weitestgehend unerforscht.

Dies ist verwunderlich, da Studien aus den Neurowissenschaften [31], Sozialwissenschaften und Psychologie zeigen, dass Spielen Vorstellungskraft, Neugierde, Flexibilität sowie Improvisation stimuliert. Darüber hinaus lässt sich ebenfalls nachweisen, dass Spielen Kreativität [8][9][20][27][38][47][52] und divergentes Denken erzeugt [39][40].

### 3 Spielmechanik

Der Begriff Spielmechanik setzt sich aus den Begriffen „Spiel“ und „Mechanik“ zusammen. Ebenso wie beim Begriff Spielen gibt es in der wissenschaftlichen Literatur keine einheitliche Definition des Begriffs Spiel. Trotz dieser fehlenden Definition gibt es eine Vielzahl an Forschungsbeiträgen, die sich mit den Charakteristika eines Spiels beschäftigen. So beschreibt Caillois [6], Suits [42] sowie Salen und Zimmermann [41] Spiele als ein System, in dem vorab definierte Regeln existieren, die von Spielern akzeptiert werden. Die Teilnahme an einem Spiel wird damit durch Regeln und Strategien bestimmt. Garris et al. [16] fassen die Charakteristika weiter und sehen Spiele als die Summe aus Fantasie, Regeln, Zielen, Sinnesstimuli, Herausforderung, Rätsel sowie Kontrolle. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Spiel als der vorgegebene, strukturelle Rahmen verstanden, in dem Spielen nach bestehenden Regeln stattfindet und in dem Spieler im Rahmen ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten mithilfe von Strategien und Taktiken versuchen, ihre Ziele zu erreichen sowie Herausforderungen und Rätsel zu lösen. Der Begriff „Mechanik“ hat seinen Begriffsursprung im Griechischen und beschreibt im wortwörtlichen Sinne die Kunst eine Maschine zu bauen. Im Kontext von Spielen ist die Spielmechanik die Kunst ein Spiel bzw. eine anderes System spielähnlich zu erschaffen. Spielmechaniken werden damit im Rahmen dieses Artikels als Mittel – und damit als Anreize – definiert, um Aktionen und Verhalten von Spielern hervorzurufen und auf die Ziele des Spiels auszurichten. Sie stellen damit ein notwendiges Instrumentarium dar, damit die Regeln des Spiels umgesetzt werden. Entwickler, die sich um die Implementierung von Spielmechaniken kümmern, fragen sich also nicht, wie die Personen ein Spiel spielen werden, sondern wie ein Spiel gestalten werden muss, damit die Personen Aktionen und Verhalten zeigen. Dazu zählen zum Beispiel Motivation, Kreativität, divergentes Denken, Lernen, Verlernen und das Einbringen und Eingliedern in eine Gemeinschaft. Auch wenn es keine allgemein anerkannten Mechaniken gibt, die allen Spielen gemein sind [51], kann man doch eine Reihe von Mechaniken finden, die häufiger in Spielen anzutreffen sind. Hierzu gehören Spielpunkte, soziale Punkte, einlösbare Punkte, Levels, Ranglisten, Austausch und Abzeichen.

Spielpunkte werden automatisch durch das System vergeben. Ein Teilnehmer erhält sie, indem er vorab festgelegte Aktivitäten ausführt. Soziale Punkte werden hingegen durch andere Teilnehmer vergeben. Im Kontext von Ideenmanagementsystemen werden soziale Punkte ebenfalls als „Gruppenentscheidung“ [24] oder „Gemeinschaftsbewertung“ [22] bezeichnet. Einlösbare Punkte unterscheiden sich von den vorherigen Punkten dadurch, dass sie einer virtuellen Währung entsprechen, die für virtuelle oder reale Produkte und Dienstleistungen eingetauscht werden kann [18][15]. Einlösbare Punkte können teilweise über das Sammeln von Spielpunkten und sozialen Punkten gewonnen werden. Die Sammlung von Punkten ermöglicht darüber hinaus die Mechanik „Level“. Mit dem Erreichen eines bestimmten Punktwerts, erreicht der Teilnehmer ein neues Level. Ein Level kann dabei einen ansteigenden Schwierigkeitsgrad [25] und/oder Teilabschnitt im System repräsentieren [5]. Auch Ranglisten basieren auf der Verwendung von Punkten. Sie zeigen den eigenen Gesamtpunktestand im Vergleich zu anderen Teilnehmern an.

Austausch stellt eine weitere Mechanik dar. Teilnehmer tauschen hier Waren, Informationen, Dienstleistungen oder Feedback aus. Abzeichen sind die letzte Form der Spielmechanik. Hier sammeln Teilnehmer Abzeichen für erbrachte Leistungen oder Auszeichnungen. Oftmals werden Abzeichen in Form von Sammlungen verwendet, die der Teilnehmer komplettieren kann.

Da der Einsatz von Spielen und insbesondere der Spielmechaniken im Feld des Innovationsmanagements und damit in Ideenwettbewerben weitgehend unerforscht ist [23], ist es deshalb das Ziel dieser Studie den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu erweitern. Dabei dienen folgende drei Fragen als Grundlage der Erhebung und Auswertung:

- 1) Welche Einsatzmotive besitzen Experten beim Einsatz von Spielmechaniken?
- 2) Welche Erfahrungen wurden bisher durch die Experten beim Einsatz von Spielmechaniken gemacht?
- 3) Welche Herausforderungen ergeben sich durch den Einsatz von Spielmechaniken?

## 4 Methodisches Vorgehen

Die Studie basiert auf der Erhebung von Primärdaten in Form von Experteninterviews. Das Experteninterview ist besonders für interpretative Untersuchungen geeignet, wenn Expertenwissen für den Entwurf, die Implementierung und/oder die Kontrolle von Problemlösungen im Forschungsinteresse steht [34]. Der Expertenstatus ist im Rahmen dieser Studie aus dem exklusiven Sonderwissen über den Einsatz von Spielmechaniken in Ideenwettbewerben begründet. Dabei spielte es keine Rolle, ob der Wettbewerb durch das Unternehmen selbst programmiert bzw. technisch umgesetzt wurde. Vielmehr war von Bedeutung, dass durch den Experten Einfluss auf die Verwendung von Spielmechaniken genommen werden konnte. Zudem mussten die Experten Zugang zu relevanten Informationen haben. Dazu gehörten sowohl Einblicke in die Motive zur Wahl von Spielmechaniken bis zur deren Wirkung auf die Teilnehmer. Somit wurden die Gütekriterien bei der Expertenwahl [28] beachtet. Die relevanten Gesprächspartner arbeiten entweder für Agenturen, die für dritte Unternehmen Ideenwettbewerbe kommissarisch entwickeln und betreiben oder für Unternehmen, die Ideenwettbewerbe selbstständig oder mithilfe von Agenturen durchgeführt haben. Die Identifikation der Unternehmen und damit der Experten erfolgte über eine Internet- sowie Literaturrecherche (z.B. [3][4]). Es wurde ein teilstrukturiertes Interview unter Zuhilfenahme eines Leitfadens geführt. Der Leitfaden setzt sich aus offen formulierten Fragen zusammen, um einerseits eine Strukturierung der Befragung sowie der erhobenen Daten und andererseits eine spätere Vergleichbarkeit der Daten zu erreichen [19][26]. Bei der Formulierung der Fragen wurde darauf geachtet, dass Spezifika der angesprochenen Gruppen im Leitfaden berücksichtigt wurden. Im Rahmen der Unternehmensrecherche konnten insgesamt 30 Unternehmen weltweit identifiziert werden. Davon erklärten sich 12 bereit an der Befragung teilzunehmen. Da sich während des Interviews herausstellte, dass Personen aus zwei Unternehmen die Kriterien eines Experten nicht erfüllten, konnten nur Antworten von zehn Teilnehmern für die Auswertung herangezogen werden. Acht Experten sind bei Agenturen angestellt und zwei bei Unternehmen, die einen Ideenwettbewerb durchgeführt haben. Die Unternehmen haben ihren Sitz größtenteils in Europa. Einige Unternehmen sind im amerikanischen und asiatischen Raum angesiedelt. Die Interviews wurden im Zeitraum von März bis April 2011 durchgeführt. Die durchschnittliche Dauer betrug knapp 40 Minuten.



## 5 Ergebnisse

### 5.1 Einsatz von Spielmechaniken

Die Idee Spielmechaniken in den Ideenwettbewerben einzusetzen, stammt bei den befragten Experten hauptsächlich aus der Orientierung an bestehenden Unternehmen. Vor allem Facebook nimmt dabei eine Vorbildfunktion ein. Drei Experten weisen in den Interviews explizit auf die Bedeutung von Facebook für die eigene Ausgestaltung der eigenen Wettbewerbe hin. Daneben werden ebenfalls soziale Netzwerke wie Foursquare, und Gowalla oder Internetunternehmen wie Amazon.com als Orientierungspunkte genannt. Experte 1 betont in diesem Zusammenhang, „dass man da viele Entscheidungen so trifft, [...] [dass] man gesehen hat, das hat woanders gut funktioniert, oder was ist das Wichtigste, was ich umsetzen muss. [...] und dann dachten, wir machen das auch so“.

Experte	Spielmechaniken						
	Spielpunkte	Soziale Punkte	Einlösbare Punkte	Abzeichen	Ranglisten	Austausch	Level
Experte 1	x	x	x	a	x		
Experte 2				a	x		
Experte 3	x	x	x	a	x	x	
Experte 4	x	x					
Experte 5	x	x	u	a	x	x	x
Experte 6	x	x	x	a	x	x	x
Experte 7	x	x				x	
Experte 8	x	x			x	x	
Experte 9	x		x			x	
Experte 10	x	x	x		x	x	

x=vorhanden; u=in der Umsetzung; a=angedacht

**Tabelle 1: Einsatz von Spielmechaniken**

Neben der Orientierung an anderen Unternehmen, spielen auch Erkenntnisse aus vorherigen Wettbewerben oder eigenen Forschungsleistungen eine Rolle, für die Entscheidung Spielmechaniken zu verwenden. So gibt ein Experte an, dass die eigene wissenschaftliche Arbeit ausschlaggebend für die Verwendung von Spielmechaniken war. Experte 4 führt den Einsatz auf die Kombination von fremder Erfahrung und eigenem Vorwissen zurück: „Wir haben uns einfach viel abgeguckt. Wir haben uns Awards angeschaut, die wir im eigenen Unternehmen durchgeführt haben und [...] uns erfolgreiche Social-Media-Applikationen angesehen. Also allen voran Facebook, natürlich, und haben [...] geschaut, wie funktioniert so etwas dort und [...] haben [anschließend] versucht, möglichst viel davon auf unseren Wettbewerb zu adaptieren“.

Teilweise erfolgte ihre Integration auch einem eher hemdsärmeligen Ansatz. Experte 3 bringt dies beispielhaft zum Ausdruck: „Ich denke, wir haben uns das eigentlich gar nicht so ... überlegt“. Ähnlich äußert sich Experte 1: „Das [Spielthema] ist bei uns eher beiläufig“.

Am häufigsten werden Spielpunkte in den untersuchten Wettbewerben eingesetzt. Neun Experten geben an, diese zu nutzen. Soziale Punkte folgen mit 8 Nennungen. Oftmals werden die gesammelten Punkte in Ranglisten überführt, die von sieben Experten verwendet werden.

Ebenso spielt die Mechanik „Austausch“ zwischen den Teilnehmern eine starke Rolle, die ebenfalls bei sieben Experten Anwendung findet. Einlösbare Punkte wurden bisher bei der Hälfte der befragten Experten in die Wettbewerbe integriert. Darüber hinaus arbeitet ein Experte momentan an der Implementierung von einlösbaren Punkten. Zwei Experten weisen darauf hin, dass in ihren Wettbewerben Levels eingesetzt werden. Abzeichen werden zwar bisher noch nicht verwendet, fünf Experten merken aber an, dass sie diese gerade in Wettbewerbe einbauen oder sich deren Einsatz in Zukunft vorstellen können. Tabelle 1 fasst den Einsatz von Spielmechaniken zusammen.

## 5.2 Einsatzmotive

Die Steigerung der Motivation von Teilnehmern in den Ideenwettbewerben stellt den Hauptgrund für den Einsatz von Spielmechaniken dar. Insgesamt geben sechs der zehn Experten an, dass dies für ihre Entscheidung ausschlaggebend war. Experte 10 begründet dies mit bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen. Für Experte 5 hat „das Spielerische ... einfach den Vorteil, dass man damit auch sehr viele Leute abholt, weil das eben in Menschen so drinnen ist“. Gerade die Förderung der intrinsischen Motivation durch spielerische Elemente spielt eine wichtige Rolle. So betont Experte 6: “[...] we wanted to try and keep people engaged beyond [...] making money. Because not everybody makes money on every project. So, we wanted to give people a reason to stick around and sort of incentive participation from another standpoint, from a non-monetary standpoint“. Auch Experte 1 nutzte von Anfang an Mechaniken, „weil wir [...] glauben, dass bei uns [...] die intrinsische Motivation die ausschlaggebende ist“. Experte 2 setzt aus demselben Grund Ranglisten ein, da er diese dafür als besonders geeignet ansieht. Experte 4 ist es „wichtig, dass so eine Art Dialog entsteht. Das also jemand nicht einfach irgendwie eine Idee in ein schwarzes Loch wirft und dann nichts mehr hört, sondern dass es eben tatsächlich die Möglichkeit gibt, sofort darauf zu reagieren“.

Spaß wird von fünf Experten als wichtige Voraussetzung der Motivation und als weiteres Motiv für den Einsatz von Spielmechaniken genannt. Ziel von Experte 9 ist es, generell den Wettbewerb so unterhaltsam wie möglich zu machen. Teilnehmer sollen die Teilnahme „gar nicht mal als Arbeit oder dergleichen auffassen, sondern wirklich es aus Freude heraus machen“, so Experte 10. Auch für Experten 1 war es immer klar, „dass es den Leuten Spaß machen muss. Sonst machen sie nicht mit und auch das Ergebnis ist nicht so gut“. Spielmechaniken sind für Experte 4 dabei Elemente, die den Wettbewerb unterhaltsamer machen.

Neben Motivation und Spaß stellt für vier Experten auch Anerkennung ein wichtiges Einsatzmotiv dar, was zur Einbettung von Spielmechaniken führte. Experte 4 gibt hier zu bedenken: „[...] es ist – glaube ich – ein menschliches Phänomen, das man sicherlich für das, was man tut, gerne eine Art Feedback bekommt. Und wir glauben, dass eben jemand, der sehr, sehr fleißig ist und sehr viel macht und sich engagiert, dass er das eben durchaus in seinem Profil zeigen kann“. Experte 5 setzt Punkte und Levels ein, damit „wir den Usern die Möglichkeit geben wollen, sich selber in dieser Community sichtbar zu machen und zu präsentieren“. Ebenso sieht es Experte 6: “[...]we think that people enjoy it, you know, kind of being able to say like, "Oh hey, I'm in the top 5 here", "I'm in the top 10 this year".“

Des Weiteren sprechen einige Experten (2, 8 und 9) sich für den Einsatz von Spielmechaniken aus, um mehr Ideen zu erhalten: “A company pays us money for the ideas that they receive. [...] So we want to increase the amount of submissions. We think that we can increase that amount if we make it more fun” (Experte 2).

Neben einem Anstieg der Quantität, erhoffen sich fünf Experten (Experte 1, 3, 4, 5, 10) durch den Einsatz von Spielmechaniken einen Anstieg der Qualität beziehungsweise der Kreativität der eingereichten Ideen. Dies bringt deutlich die Aussage von Experte 5 auf den Punkt. Er antwortet auf die Frage, was er sich von dem Einsatz von Spielmechaniken erhofft, folgendes: "Humor und Spiel reichert die Kreativität an, da man lockerer ist, loslässt und das Querdenken anfängt." Aus Sicht der Experten gibt es verschiedene Gründe, warum Spielmechaniken auf die Qualität bzw. Kreativität der eingereichten Ideen wirken:

Ein Grund ist, dass Spielmechaniken Nutzern Hinweise geben, was im System wertgeschätzt wird und welches Ziel verfolgt wird. Experte 5 erklärt: "Wenn jemand Unfug treibt, dann wird er nie was erreichen. Das ist im Prinzip so wie in einem Spiel: Wenn man sich nicht an die Spielregeln hält, dann wird man nicht der Gewinner." Spielmechaniken signalisieren dem Nutzer also, wie man im System eine Aufgabe erfolgreich löst. Experte 8 illustriert diese Signalwirkung am Beispiel der Ranglisten: "I think that is where the leaderboard is very interesting, because it gives you some direction. It signals to everyone: 'Here is a successful example of what you should be trying to do'". Die Experten 4, 5 und 8 sind außerdem der Meinung, dass Spielmechaniken zur Verbesserung der Ideen beitragen, da sie schnelles Feedback ermöglichen. Dies belegt zum Beispiel die Aussage von Experte 4: "Wir erhoffen uns, dass die eingereichten Ideen verbessert werden. Die gegenseitige Inspiration von Ideen war uns wichtig". Auch Experte 5 führt aus, dass durch Spielmechaniken induziertes Feedback für die Qualität der Ideen "wichtig ist, um eine Idee überhaupt zu schärfen oder weiterzuentwickeln."

Experten 3, 5, 8, 10 erhoffen sich durch den Einsatz von Spielmechaniken das Zugehörigkeitsgefühl zu einer Gemeinschaft zu stärken: "Ich glaube, dass man mit solchen Mechanismen eine nachhaltigere Innovationscommunity aufbaut" [Experte 5]. Experte 3 ergänzt: "Soziale Punkte in der Community werden eingesetzt um den Community-Gedanken zu stützen."

Mit Hilfe von Spielpunkten, sozialen Punkte oder Ranglisten erhoffen sich die Experte auch den Auswahlprozess der Idee zu vereinfachen (Experte 8) und besonders aktive beziehungsweise kreative Innovatoren zu identifizieren (Experte 2, 5, 6): "User, die sinnvolle Ideen bringen, [...] können sichtbarer werden", erklärt Experte 5. Experte 8 sieht als Motiv für den Einsatz von Punkten oder Ranglisten, "that the highest scoring people on that platform get invited to do additional work".

### 5.3 Wirkung von Spielmechaniken

Insgesamt wird die Wirkung der Spielmechaniken durch die Experten positiv beurteilt. Bei Experte 4 wurden die Erwartungen „erfüllt bzw. fast übererfüllt“ und Experte 7 bescheinigte ihnen sogar einen „very serious impact“. Auch Experte 1 war mit der Anwendung zufrieden, so „dass wir es auch selber noch stärker ausbauen wollen“. Gerade mit dem Einsatz der Spielmechanik „Rangliste“ wurden gute Erfahrungen gemacht, da eine Rangliste Teilnehmer dazu motiviert viele Kommentare zu schreiben. „Weil Kommentare bringen Punkte, bringen Aktivität und damit kommt man schnell in die Topliste“. Experte 3 verzeichnete eine Stärkung des Zusammenhalts der Teilnehmer und eine erhöhte Aktivität. Gerade die Vergabe von sozialen Punkte in Verbindung mit Ranglisten „führte dann schon zu einer schönen Eigendynamik, so dass sich dann Gruppen bilden, die sich wirklich der Community verpflichtet fühlen. [Sie gehen auf die Seite mit der Rangliste] und schauen: Ah ich hab da wieder Punkte gewonnen, sehr cool und der hat jetzt schon mehr als ich. Ich will auch mehr als er und so weiter und so fort“. Ähnlich sah es auch Experte 5. Aus seiner Sicht hatte vor allem der Austausch unter den Teilnehmern

eine positive Wirkung auf die Aktivität und die Qualität der Teilnahme. Für Experte 8 brachte der Einsatz von Punkten und Ranglisten den Vorteil, dass die Teilnehmer eine Orientierungshilfe für das eigene Verhalten bekamen und dies auch positiv aufnahmen. Experte 9 führte die Verdopplung von Kommentaren und anderen Aktivitäten auf den Einsatz von Spielmechaniken zurück. Experte 6 betonte die positiven Erfahrungen mit Ranglisten. Es ging bei ihm sogar so weit, dass ihn Teilnehmer anschrieben: ““Hey, how come my points haven't updated yet like I moved up three places on the leaderboard?” and I would have to say “well, it takes a hundred minutes””. Allerdings stellte sich dieses Verhalten erst ein, nachdem Preise für die besten Teilnehmer in Aussicht gestellt wurden. Es hatte für ihn den Anschein, dass erst mit den Preisen Ranglisten von den Teilnehmern wahrgenommen wurden. Experte 10 beurteilt die Verwendung von Punkten negativ. Daher wird diese Mechanik laut Experte 10 in Zukunft nicht mehr verwendet. Der Austausch unter den Teilnehmern konnte die Erwartungen erfüllen und wird weiter verwendet. Experte 2 war zum Zeitpunkt der Befragung nicht in der Lage eine Beurteilung abzugeben, da Spielmechaniken erst seit kurzem eingesetzt wurden.

#### **5.4 Herausforderungen und Gefahren bei dem Einsatz von Spielmechaniken**

Die Experten sehen eine Reihe an Herausforderungen, die bei dem Einsatz von Spielmechaniken gelöst werden müssen:

Zum einen besteht die Gefahr unerwünschtes Verhalten hervorzurufen, wenn Anreize falsch gesetzt werden. Herausforderung ist hier wertvolles Verhalten zu identifizieren und zu belohnen. Experte 8 erklärt hierzu: “And I think, that this is one of the biggest challenges, right? We want to award points, but we want to award points for “ham” and we want to penalize “spam””. Wenn also unerwünschtes Verhalten, wie spamartige Kommentare oder gedankenloses Punktegeben belohnt wird, wirkt das Anreizsystem nicht mehr und die Qualität der Beiträge sinkt. Experte 2 betont: “We would be decreasing the value of our leaderboards if we give away points for stupid stuff”. Experte 10 fasst diesen Zusammenhang folgendermaßen zusammen: “Wir sind von der Nutzung von [Spielpunkten] abgekommen, weil sich der ein oder andere inspiriert fühlt [...] zum Beispiel “spamartig” zu posten und halt damit die Qualität der Durchschnittsbeiträge reduziert. Und wir haben gesagt, dass eine so rein quantitative Kalkulation, welche dann auch noch intensiviert wird, nicht zielführend ist. Was eigentlich honoriert werden sollte ist ja ein Gesamtbeitrag, eine Gesamtqualität”.

Eine weitere Gefahr besteht darin, dass die durch Spielmechaniken hervorgerufenen Anreize nicht wirken, da sie nicht von den Usern wertgeschätzt werden. Experte 6 konstatiert: “I think the real danger with the game mechanics is that they can come of as kind of cheesy. If you are not careful, people might think: ‘What is this silly badge? This doesn’t mean anything’”.

Des Weiteren sehen die Experten auch die Gefahr, dass betrogen wird. Insbesondere die sozialen Punkte liefern hierzu Möglichkeit. Experte 8 bezieht sich dabei auf einen Fall, bei dem sich User mehrere Accounts anlegten, um sich gegenseitig zu bewerten. Experte 3, 7 und 8 haben die Erfahrung gemacht, dass sich “Ratinggangs” (Experte 3) bilden. Experte 8 sagt hierzu: “We have already seen this, that people try and use different rating strategies to support their friends and vote against their competitors”.

Uneinig sind sich die Experten, inwieweit ein durch Spielmechaniken induziertes Anreizsystem transparent gestaltet sein sollte. Experte 3 spricht sich für vollkommene Transparenz aus: “Als wir nicht erklärt hatten, wie die Punkte sich zusammensetzen gab es einen großen Aufstand und

die wollten das alle genau wissen. Jetzt wissen sie es genau und es ist gut. Aber das ist eigentlich das Wichtigste, dass man weiß, dass die Plattform sehr transparent funktioniert, dann kann man fast alle Elemente einbauen." Experte 8 hingegen empfiehlt keine volle Transparenz: "So I think that probably the hardest thing for me is trying to strike a balance between something that people understand enough that they realize there is some recognition. But once people understand it too well there are always people who try to manipulate and to reverse engineer the system."

## 6 Limitationen und Diskussion

Spielmechaniken finden in der Praxis eine weite Verbreitung und werden als Lösungsmöglichkeiten bestehender Herausforderungen bei Ideenwettbewerben angesehen. Es existiert eine Reihe an Einsatzmotiven, wie die Steigerung der Motivation der Teilnehmer, der Quantität und der Qualität an Ideen. Allerdings weisen die Erkenntnisse dieser Arbeit darauf hin, dass es weiterer Forschung bedarf, um die bisherigen Erfahrungen auf eine solide wissenschaftliche Basis zu stellen. Einerseits wird es damit möglich, bestehende Einblicke objektiv zu beweisen und andererseits Gefahren im Einsatz von Spielmechaniken zu vermeiden. Denn die Antworten der Experten zeigen, neben allen positiven Erfahrungen, auch auf, dass der Einsatz von Spielmechaniken nicht trivial ist, in der Gestaltung nach gut durchdachten Konzepten verlangt und in der Durchführung mit nicht zu unterschätzendem Aufwand verbunden ist. Zum Beispiel können Spielmechaniken auch unerwünschtes Verhalten oder sogar Fehlverhalten - wie Betrug - hervorrufen. Die vorliegende Studie kann hierbei nur einen ersten Schritt im wissenschaftlichen Prozess darstellen, da die Arbeit Limitationen besitzt und aufgrund des Forschungsansatzes eine Reihe von Fragen nicht beantworten kann. Die Zahl der befragten Personen ist mit 10 Teilnehmern gering. Auch die Größe der dahinterstehenden Unternehmen variiert stark. So stammen die Experten sowohl aus kleineren Unternehmensgründungen als auch aus großen, multinationalen Unternehmen. Bei der Bewertung der Aussagen zur Beurteilung von Spielmechaniken muss zudem darauf hingewiesen werden, dass sie zumeist auf keiner direkten Messung oder Erhebung beruht, sondern auf eigenen Beobachtungen der Experten oder Hinweisen der Teilnehmer. Eine Ausnahme ist hier Experte 9, der angab, dass bei ihm statistische Auswertungen durchgeführt wurden, um die Effekte nachvollziehbar machen. Damit sind die Angaben zur Wirkung von Spielmechaniken nicht objektiv zu überprüfen. Daher bleibt es zukünftiger Forschung vorbehalten, mithilfe Untersuchungen, verallgemeinerbare Aussagen zu treffen. Zudem wurden von den Experten nicht alle Spielmechaniken eingesetzt und auch die Zusammensetzung der verwendeten Spielmechaniken unterscheidet sich teilweise stark bei ein- und umgesetzten Ideenwettbewerben. Auch wenn der Großteil der Experten aus Europa stammt, kommen die Teilnehmer aus unterschiedlichen Ländern und Kulturkreisen. Damit könnten kulturelle Einflüsse die die Erkenntnisse beeinflusst haben. Ob kulturelle Einflüsse existieren und welche Bedeutung diese einnehmen, ist daher ebenfalls zu untersuchen.

## 7 Danksagung

Wir danken Susann Ulrich für ihre Hilfe bei der Datenerhebung.

## 8 Literatur

- [1] Amabile, T (2011): *The Progress Principle – Using Small Wins to Ignite Joy, Engagement, and Creativity at Work*. Harvard Review Press, Boston.
- [2] Baranauskas, M; Neto, N; Borges, M (1999): Learning at Work through a Multi-user Synchronous Simulation Game. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning* 11(3):251-260.
- [3] Birke, F; Witt, M; Robra-Bissantz, S (2011): Applying Game Mechanisms to Idea Competitions. In: Malik, K; Choudhary, P (Hrsg.), *Business Organizations and Collaborative Web: Practices, Strategies and Patterns*. IGI Global, Hershey.
- [4] Bullinger, AC; Möslin, KM (2010): Innovation Contests – Where are we? In: AMCIS 2010 Proceedings (Paper 28). <http://aisel.aisnet.org/amcis2010/28>. Abgerufen am 20.05.2011.
- [5] Byrne, E (2005): *Game Level Design*. Charles River Media, Hingham.
- [6] Caillois, R (1961): *Man, Play and Games*. Barash, M. (Trans.). University of Illinois Press, Chicago.
- [7] Chesbrough, HW (2003): *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press, Boston.
- [8] Dansky, JL (1980): Cognitive Consequences of Sociodramatic Play and Exploration Training for Economically Disadvantaged Preschoolers *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 21(1):47-58.
- [9] Dansky, JL (1980): Make-believe: a Mediation the Relationship between Play and Associative Fluency. *Child Development* 51(2):576-579.
- [10] Dickey, M (2007): Game Design and Learning: a Conjectural Analysis how Massively Multiple Online Role-playing Games (MMORPGs) Foster Intrinsic Motivation. *Education Tech Research Dev* 55(3):253-273.
- [11] Falassi, A (1987): Festival: Definition and Morphology. In: Falassi, A. (Hrsg.), *Time out of Time: Essays on the Festival* 1-10. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- [12] Franke, N; Shah, S (2003): How communities support innovative activities: An exploration of assistance and sharing among innovative users of sporting equipment. *Research Policy* 32(1):157-178.
- [13] Franke, N; Piller, FT (2004): Value creation by toolkits for user innovation and design: The case of the watch market. *Journal of Product Innovation Management* 21(6):401-415.
- [14] Füller, J; Möslin, KM; Hutter, K; Haller, JB (2010): Evaluation Games – How to Make the Crowd your Jury. *Lecture Notes in Informatics* 174:955-960.
- [15] Füller, J (2010): Refining Virtual Co-creation from a Consumer Perspective. *California Management Review* 52(2):98-123.
- [16] Garris, R; Ahlers, R; Driskell, JE (2002): Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming* 33(4):441-467.
- [17] Gassmann, O; Enkel, E (2006): Open Innovation. Die Öffnung des Innovationsprozesses erhöht das Innovationspotential. *Zeitschrift für Führung und Organisation* 75(3):132-138.

- [18] Hamari, J; Lehdonvirta, V (2010): Game Design as Marketing: how Game Mechanics Create Demand for Virtual Goods. *International Journal of Business Science and Applied Management*, 5(1):14-29.
- [19] Hirzinger, M (1991): *Biographische Medienforschung*. Boehlau, Wien.
- [20] Howard, PA; Taylor, JR; Sutton, L (2002): The Effect of Play on the Creativity of Young Children during Subsequent Activity. *Early Child Development and Care* 172(4):323-328.
- [21] Huizinga, J (1955): *Homo Ludens*. The Beacon Press, Boston.
- [22] Leimeister, JM; Huber, M; Bretschneider, U; Krcmar, H (2009): Leveraging Crowdsourcing: Activation-supporting Components for IT-based Ideas Competition. *Journal of Management Information Systems*, 26(1):197-224.
- [23] Mainemelis, C; Ronson, S (2006): Ideas are Born in Fields of Play: towards a Theory of Play and Creativity in Organizational Settings. *Research in Organizational Behavior* 27(6):81-131.
- [24] Malone, TW; Laubacher, R; Dellarocas, C (2009): *Harnessing Crowds: Mapping the Genome of Collective Intelligence*. Working Paper No. 2009-001 (1-20), MIT Sloan Working Paper, Cambridge.
- [25] McGuire, M; Jenkins, OC (2009): *Creating Games: Mechanics, Content, and Technology*. AK Peters, Wellesey.
- [26] Mayer, HO (2009): *Interview und schriftliche Befragung*. Oldenbourg, München.
- [27] Mellou, E (1995): Review of the Relationship between Dramatic Play and Creativity in Young Children. *Early Child Development and Care* 112(1):85-107.
- [28] Meuser, M; Nagel, U (1991): ExpertInneninterviews - Vielfach erprobt, wenig bedacht: Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Garz, D; Kraimer, K (Hrsg.): *Qualitativ-empirische Sozialforschung. Konzepte, Methoden, Analysen*. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- [29] Möslin, KM; Neyer, AK (2009): Open Innovation: Grundlagen, Herausforderungen, Spannungsfelder. In: Zerfaß A; Möslin KM (Hrsg.): *Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovationsmanagement. Strategien im Zeitalter der Open Innovation*. Gabler, Wiesbaden.
- [30] Neyer, AK; Bullinger, AC; Moeslein, KM (2009): Integrating Inside and Outside Innovators: a Socio-technical Systems Perspective. *R&D Management Journal* 34(5):410-419.
- [31] Pankseep, J; Burgdorf, J (2003): "Laughing" Rats and the Evolutionary Antecedents of Human Joy. *Physiology & Behavior* 79: 533-574.
- [32] Piller, FT (2004): *Innovation and Value Co-creation*. Technische Universität München, München.
- [33] Piller, FT; Walcher, D (2006): Toolkits for Idea Competitions: a Novel Method to Integrate Users into New Product Development. *R&D Management* 36(3):307-313.
- [34] Pfadenhauer, M (2005): Auf gleicher Augenhöhe reden: Das Experteninterview – ein Gespräch zwischen Experte und Quasi-Experte, In: Bogner, A; Littig, B; Menz, W (Hrsg.): *Das Experteninterview: Theorie, Methode, Anwendung*. Gabler, Wiesbaden.
- [35] Prahalad, C; Ramasway, V (2000): Co-opting Customer Competence. *Harvard Business Review* 79(1):79-87.

- [36] Prahalad, C; Ramasway, V (2004): The Future of Competition: Co-Creating Unique Value with Customers. Harvard Business School Press, Boston.
- [37] Reichwald, R; Piller, FT (2009): Interaktive Wertschöpfung. Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Gabler, Wiesbaden.
- [38] Russ, SW (1996): Development of Creative Processes in Children. In: Runco M (Hrsg.), *Creativity from Childhood through Adulthood: The Developmental Issues*. Jossey Bass, San Francisco.
- [39] Russ, SW; Robins, AL; Christiano, BA (1999): Pretend Play: Longitudinal Prediction of Creativity and Affect in Fantasy in Children. *Creativity Research Journal* 12(2):129-139.
- [40] Russ, SW (2003): Play and Creativity: Developmental Issues. *Scandinavian Journal of Educational Research* 47(3):291-303.
- [41] Salen, K; Zimmerman, E (2003): Rules of Play: Game Design Fundamentals. MIT Press, Cambridge.
- [42] Suits, B. (1978): The Grasshopper. University of Toronto Press, Toronto.
- [43] Starbuck, WH; Webster, J (1991): When is Play Productive? *Accounting, Management and Information Technologies* 1(1):71-90.
- [44] Statler, M; Roos, J; Victor, B (2009): Ain't Misbehavin': Taking Play Seriously in Organizations. *Journal of Change Management* 9(1):87-101.
- [45] Sutton-Smith, B (1997): The Ambiguity of Play. Harvard University Press, Cambridge.
- [46] Toubia, O (2006): Idea generation, Creativity and Incentives. *Marketing Science* 25(5): 411-425.
- [47] Udwin, O (1983): Imaginative Play Training as an Intervention Method with Institutionalized Preschool Children. *British Journal of Educational Psychology* 53(1): 32-39.
- [48] Von Hippel, E (1994): Sticky Information and the Locus of Problem Solving: Implications for innovation. *Management Science* 40(4):429-439.
- [49] Von Hippel, E (2005): Democratizing Innovation. MIT Press, Cambridge.
- [50] Walcher, D (2007): Der Ideenwettbewerb als Methode der aktiven Kundenintegration: Theorie, empirische Analyse und Implikationen für den Innovationsprozess. Gabler, München.
- [51] Wittgenstein, L (1953): Philosophical Investigations. Macmillan, New York.
- [52] Yawkey, TD (1986): Creative Dialogue through Sociodramatic Play and its Uses. *Journal of Creative Behavior* 20(1):52-60.



# Gamification of ERP Systems – Exploring Gamification Effects on User Acceptance Constructs

**Philipp Herzig**

SAP Research Dresden, 01187 Dresden, philipp.herzig@sap.com

**Susanne Strahringer**

Technische Universität Dresden, Chair for Information Systems,  
esp. Information Systems in Manufacturing and Commerce, 01069 Dresden,  
susanne.strahringer@tu-dresden.de

**Michael Ameling**

SAP Research Dresden, 01187 Dresden, michael.ameling@sap.com

## Abstract

The adoption of game mechanics into serious contexts such as business applications (gamification) is a promising trend to improve the user's participation and engagement with the software in question and on the job. However, this topic is mainly driven by practitioners. A theoretical model for gamification with appropriate empirical validation is missing. In this paper, we introduce a prototype for gamification using SAP ERP as example. Moreover, we have evaluated the concept within a comprehensive user study with 112 participants based on the technology acceptance model (TAM) using partial least squares (PLS) for analysis. Finally, we show that this gamification approach yields significant improvements in latent variables such as enjoyment, flow or perceived ease of use. Moreover, we outline further research requirements in the domain of gamification.

## 1 Introduction

The process of introducing game mechanics to business software is called *Gamification* and is defined, e.g., as “[applying] the mechanics of gaming to non-game activities to change people’s behavior. When used in a business context, gamification is the process of integrating game dynamics (and new game mechanics) into a website, business service, online community, or marketing campaign in order to drive participation and engagement” [2].

According to [13] today's gamers can be characterized as follows:

- Sixty-five percent of American households play computer or video games.
- The average game player is 35 years old and has been playing games for 13 years.
- The average age of the most frequent game purchaser is 40 years.
- Forty percent of all game players are women.

Additionally, more than five million people in the USA play games for 40 hours a week [12] and gamers have collectively spent 5.93 million years playing World of Warcraft [17].

Obviously, the group of people who are working and intensively playing games is relatively large. This leads to the question, if enterprise software can provide the same motivation for people as games do? More recently, researchers have begun to discuss this so called gamification of non-gaming contexts on conference workshops (e.g., [11]). The argumentation is further supported by, e.g., [30] stating that: *"In the past decade, virtual worlds have demonstrated the potential to be the next generation of interface for entertainment, interaction, content and e-commerce. [...] virtual worlds [...] become a huge business [...]"*.

Thus, the intention of this and future research is to develop and evaluate a gamification approach for one pervasive business application, e.g., Enterprise Resource Planning (ERP). The idea is to compare two different ERP concepts with each other. Hereby, the first approach is the traditional, hierarchical ordered and form based graphical user interface of SAP ERP (SAPGUI). The second concept is our gamification prototype in the style of real-time strategy games, such as SimCity, Anno or Age of Empires, augmented with game concepts, such as rewards. The general goal of this research is to find out, whether the gamification approach is better suited regarding ease of use, usefulness, efficiency, productivity, motivation, or enjoyment and thus may enhance usage intentions. Based on a theoretical model derived out of a broad literature review we have conducted a study to evaluate the user's acceptance toward both technological visualization approaches.

Hereby, our findings give answers to the following research questions:

RQ1: Which theoretical framework is suitable to explain usage intentions of applications with game mechanics?

RQ2: Does gamification yield improvements in latent variables of software usage, e.g., enjoyment, perceived ease of use, or perceived usefulness?

The rest of the paper is structured as follows. First, the research model is presented by outlining assumptions and limitations. Second, the prototype is described shortly. Third, the user study is characterized and evaluation results are presented. Fourth, a short discussion summarizes our findings. The paper closes with an outlook on further research.

## 2 Research Model and Hypotheses

The research model for this paper is based on the technology acceptance model (TAM) [6],[7], the DeLone & McLean information system success model [9] and flow theory [5].

The model itself was derived under the following pragmatic limitations. First, the entire study must not take more than half an hour for an experienced SAP user. Thus, the time to work with

the game prototype was limited to fifteen minutes. More importantly, answering the questionnaire must not take more than ten minutes. Second, the participants are mainly from academic institutions, e.g., students, professors or researchers, most of them with an SAP ERP background. Third, the prototype cannot cover the entire functionality of SAPGUI, thus, it is possible that participants underestimate the effect of usefulness. Fourth, the prototype decreases much of the complexity of SAPGUI, which again can lead to bias in the evaluation results.

Given these limitations, only an *ex ante* perspective to measure usage intentions seemed to be appropriate. Hence, TAM was used as the base model [28]. This mainly results from the observation, that the prototype in question is compared with a generally available product (SAPGUI). In TAM the behavioral intention (BI) to use a particular software is determined by its perceived usefulness (PU) and its perceived ease of use (PEOU).

Besides the limitations illustrated above, further assumptions were taken into account while deriving the model. First, functionality was assumed to be identical between both solutions, thus, no further antecedents of *perceived usefulness* are considered in the final model. Second, due to the large amount of possible antecedents of *PEOU* and *flow* (e.g., [14]), only first-level antecedents were considered. Third, the impact of both visualizations on the user is measured on the individual's level according to the levels introduced in the D&M IS Success Model [8].

Since the first version of the model resulted in far too many constructs and questionnaire items (162 items) respectively, a more parsimonious model had to be created using additional assumptions. First, all *system quality* constructs that act as antecedents to *PEOU* from the IS Success model were omitted because the prototype could not fulfill non-functional requirements such as *reliability*, *flexibility* or *accessibility* [28]. Second, the remaining constructs from the TAM domain were classified into two classes: user- and user-system dependent.

Within the first class only constructs are subsumed that represent general information individuals rely on regarding software that has nothing to do with the software system itself. The latter class covers constructs that represent the direct experience with the system. These variables are formed when "additional information becomes available" [23]. In order to omit further constructs, only the user-system dependent constructs, that is, enjoyment, content/interface, telepresence and interactivity were retained. This led to the final research model depicted in Figure 1. For a more detailed description of how the final model was constructed see [14]. Overall, a set of twenty hypotheses has been declared as presented in Table 1. In this table, V1 represents SAPGUI and V2 the game prototype. The a-hypotheses were derived out of an extensive literature review and are to be tested for each system separately while the b-hypotheses are used to test whether the constructs in question are significantly improved by V2 in order to answer RQ2.

The measurement model of the structural equation model (SEM) is derived, in turn, out of prior work. First, all items on *interactivity* are taken from, e.g., [4][14][18], questions on *interface* are from, e.g., [4][14][27]. Items for *telepresence* are derived from, e.g., [18] and *flow* from, e.g., [18][14]. *Enjoyment* items are from [23][24]. Question of *PU*, *PEOU* and *BI* are used from the TAM model authors, that is, e.g., [6][7][23]. All items are measured on a 5-point Likert scale.

The German translation of the questionnaire has been checked in a previous peer-review with five potential respondents. After this review, wording and translation changes were included into the questionnaire (the questionnaire can be requested from the first author).

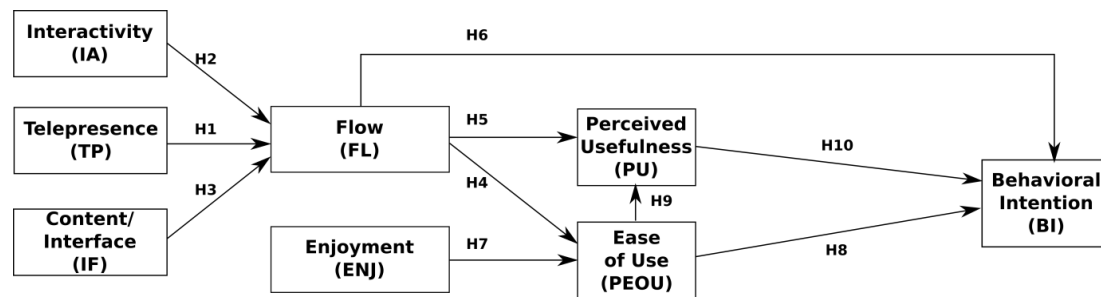


Figure 1: The final research model

Number	Hypothesis
H1a	Telepresence has a positive effect on flow. (e.g., [18])
H1b	Telepresence is higher in V2 than in V1.
H2a	Speed of interaction has a positive effect on flow. (e.g., [18])
H2b	No difference in speed of interaction between V1 and V2 exists.
H3a	The perceived quality of the interface has a positive effect on flow experience. (e.g., [4])
H3b	The perceived quality of the interface in V2 is greater than in V1.
H4a	Flow has a positive effect on perceived ease of use. (e.g., [1])
H4b	Iff flow is significantly higher in V2 than in V1 AND hypothesis H4a is true, then PEOU is higher in V2 than in V1.
H5a	Flow has a positive effect on perceived usefulness. (e.g., [1])
H5b	Iff flow is significantly higher in V2 than in V1 AND hypothesis H5a is true, then PU is higher in V2 than in V1.
H6a	Flow has a positive effect on behavioral intention. (e.g., [16])
H6b	Iff flow is significantly higher in V2 than in V1 AND hypothesis H6a is true, then behavioral intention to use V2 is higher than for V1.
H7a	Perceived enjoyment has a positive effect on PEOU. (e.g., [23])
H7b	Perceived enjoyment is higher in V2 than in V1.
H8a	PEOU has a positive effect on BI. (e.g. [16] [24])
H8b	Iff PEOU is significantly higher in V2 than in V1 AND hypothesis H8a is true, then BI is higher in V2 than in V1.
H9a	PEOU has a positive effect on PU. (e.g., [16],[24])
H9b	Iff PEOU is significantly higher in V2 than in V1 AND hypothesis H9a is true, then PU is higher in V2 than in V1.
H10a	PU has a positive effect on BI. (e.g., [16],[24])
H10b	Iff PU is significantly higher in V2 than in V1 AND hypothesis H10a is true, then BI is higher in V2 than in V1.

Table 1: Hypotheses for structural equation model

### 3 Prototype

Within the prototype a manufacturing scenario is covered consisting of material management (MM), sales and distribution (SD) and production planning (PP). From these ERP modules only a small set of business transactions is implemented ultimately, e.g., “create sales order (Transaction: VA01)” or “display purchase order (Transaction: ME23N)”. Moreover, only the most important parameters of these transactions are realized within the prototype.



**Figure 2: Game prototype**

The entire scene remains static whereas the user's enterprise consists of two production plants, two suppliers and two customers. The user has time for thirteen and a half minutes to fulfill all purchase, sales and production missions. Additionally, the user has a budget of \$10000 by default for executing the tasks. Given these assumptions, the user has to solve six different missions which increase in difficulty.

The game prototype uses the following five game mechanics in accordance with [2] & [19]. First, a virtual reality that provides graphical visualization of processes and data (see Figure 2). Second, challenges [2] in the form of clear goals and clear rules. Third, levels realized as rank upleveling. Fourth, rewards as stars for each mission which has been completed successfully. Fifth, immediate cash feedback that acts as another reward mechanism. As an interesting effect, participants start to play the game over and over again, until all stars were reached. When all stars were already reached the users restarted the game over and over again in order to get the most cash in the game. A process called mastery by positive psychologists [17]. The prototype was realized using Unity 3D [22] and Visual Studio 2010 as authoring tools.

## 4 Empirical Evaluation

The following section characterizes the user study and presents the research results.

#### 4.1 General Setup

The user study lasted two months from 15.05.2011 until 15.07.2011. Within this time frame 112 responses were collected.

Participants were mainly academic personnel, but also novice ERP users, SAP employees and long-term SAP users were interviewed. The questionnaire was realized via *online-Fragebogen* [21] and was administered directly after using the game prototype and SAPGUI.

The following settings were used in SmartPLS [20] for evaluation. First, the PLS algorithm was applied with path weighting scheme, 1000 maximal iterations and  $1^{-5}$  as quit criterion. The output of this procedure are path weights, quality measures, such as average variance extracted (AVE), Cronbach's alpha (CR),  $R^2$ , Stone-Geisser's  $Q^2$ , inner/outer loadings, item cross loadings and construct correlations. Second, bootstrapping was applied to retrieve significance values by running the algorithm with 112 cases and 1000 randomly selected subsamples. The output of this procedure are t-values which are comparable against a student's t-distribution on a 5%(one-side)/10%(two-side) level. The critical value of the t-distribution with 112 degrees of freedom on one side is 1.659 which must be exceeded by the t-value of the respective path weight in order to be significant. Third, a blindfolding procedure was applied to determine Stone-Geisser's  $Q^2$  measures with an omission distance of seven.

#### 4.2 Descriptive Statistics

In order to characterize the sample we provide the exogenous variables *age* (AGE), *SAP experience* (SAPEXP), *Game experience* (GEXP) and *Count of rewards* (COR). The average respondent in the sample is 25.45 years old, has slightly more experience in strategy games (3.018) than in SAP ERP (2.786) and achieved 3.786 stars in the game prototype.

There are also significant correlations (Pearson's correlation:  $\rho_{ik}$ ) between these variables leading to the following observations. First, the older the participant the lower is the experience with strategy games, such as Anno ( $\rho_{ik} = -0.2015$ ). Second, the older the participant is the higher is the experience with SAP ( $\rho_{ik} = 0.256$ ). Third, men have much higher experience in strategy games than women ( $\rho_{ik} = 0.422$ ). Fourth, the higher the experience in games the more stars does one achieve in the prototype ( $\rho_{ik} = 0.4465$ ). Consequently, a positive correlation between gender and rewards exists, that is, men achieve more stars than women ( $\rho_{ik} = 0.297$ ).

#### 4.3 Structural Equation Model for SAPGUI

After the estimation of the structural equation model (SEM) for SAPGUI, each construct has exceeded the acceptable thresholds of 0.5 for average variance extracted (AVE) and 0.6 for Cronbach's alpha (CA) and composite reliability (CR) except *interactivity* where AVE is slightly below 0.5 and CA far too small (0.231). Obviously, this variable was not measured appropriately. As one can see from the SEM in Figure 3, *interactivity* has no significant impact and is, thus, a candidate for exclusion from the model. Furthermore, discriminant validity between the constructs is ensured because the square root of the AVE value is substantially higher than each inter-construct correlation. Additionally, each item loads on its intended factor within a confirmatory factor analysis (CFA).

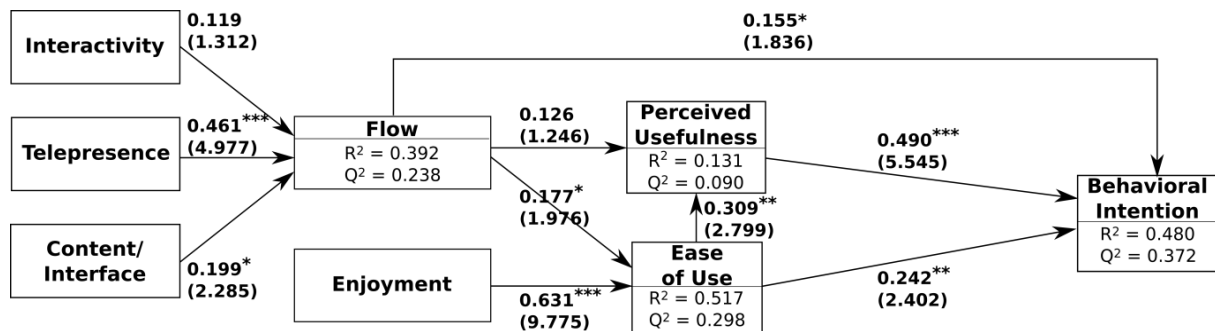


Figure 3: Estimated SEM for SAPGUI<sup>1</sup>

Moreover, *FL*, *PEOU* and *BI* are showing an acceptable fit value. However, the  $R^2$  of *PU* is rather low. Nevertheless, this is acceptable for further considerations since *PU* is only determined by *FL* effects directly which is, on the one hand, usually a weak predictor and, on the other hand, other important antecedents of *PU*, such as image or job relevance, were omitted from the research model. More importantly, the prediction quality is above zero and over 20% better than simple mean predictions. Predicting *BI* shows even an improvement of 37,2%. Hence, the predictive power is acceptable according to the literature.

The relationships *IA-FL* and *FL-PU* are not significantly different from zero, thus, they are omitted from further considerations. Consequently, also hypotheses **H2a** and **H5a** have to be rejected. Moreover, *telepresence* is the strongest predictor of *FL* in SAPGUI (0.461) besides interface which explains 19.9% of flow's variance. Thus, hypotheses **H1a** and **H3a** are confirmed within this study. Furthermore, *enjoyment* is the strongest antecedent of *PEOU* (63.1%) and, therefore, confirms hypothesis **H7a**. Also flow has a positive impact on *PEOU* (17.7%) whereby **H4a** can be confirmed. In accordance with the TAM literature, *PU* explains around 50% of the variance in *BI* and *PEOU* explains around 25% which gives support to **H8a** and **H10a**. Additionally, *PEOU* positively impacts *PU* (0.309) too, confirming hypothesis **H9a**. This is an important observation, because under the assumption that the prototype improves *PEOU* only, the improvement must be very strong to improve *BI* finally. Besides *PU* and *PEOU*, also *FL* shows a small but significant direct effect on *BI* (15.5%). Therefore, also **H6a** is confirmed.

#### 4.4 Structural Equation Model for Game Prototype

Figure 4 illustrates the SEM for the game prototype. All quality criteria are, again, above the defined thresholds of 0.5 for AVE and 0.6 for CR and CA respectively. However, *IA* as latent variable is, in turn, not reliably measured by its items. Nevertheless, *IA* has no significant impact on *flow* either and is, finally, not considered any further.

Moreover, the square root value of AVE was substantially higher for each individual construct than the correlation with any other construct in the model except for *interface* and *PEOU*. Obviously, the items are very similar and we, thus, argue that in the game prototype both constructs are influencing each other mutually. However, the rest of the constructs are accounting for good discriminant validity.

<sup>1</sup> Values without brackets are path weights  $\gamma_i$ ; Values in brackets are t-values from bootstrapping; Significance levels: < 0.1% (\*\*\*), <1% (\*\*), <5% (\*), <10% (').

Furthermore, all items are loading on their intended factors, except *IA*. Only one item loads on the *IA* component leading to a one item scale. However, as mentioned before, *IA* will be excluded from the model ultimately because the effect on *FL* is not significant in the structural equation model.

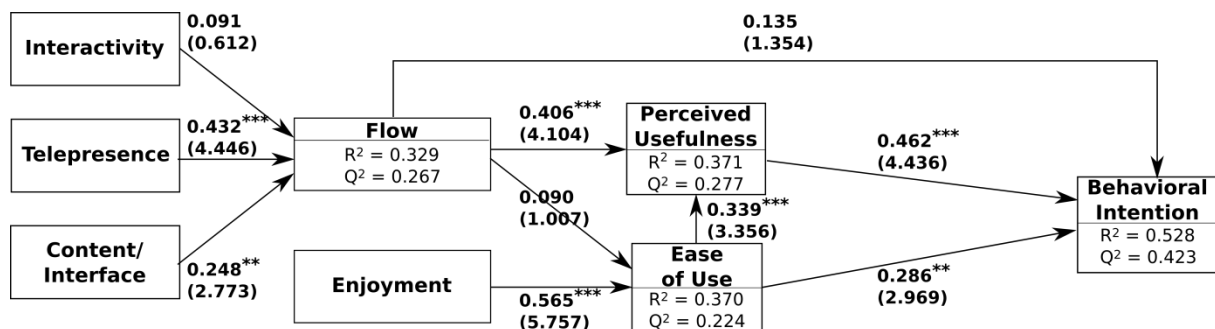


Figure 4: Estimated SEM for Game Prototype

As for SAPGUI,  $R^2$  values are above moderate and strong explanatory power. Moreover, the predictive power of the model can be considered as very good because, e.g., BI is 42.3% better predicted than with mean prediction.

One can see that the relationships *IA-FL*, *FL-PEOU* and *FL-BI* are not significant in the model and are, thus, omitted from further considerations. Hence, the hypotheses **H2a**, **H4a** and **H6a** are rejected. As well as for SAPGUI, *TP* is the strongest predictor of *FL* (0.432) besides *IF* with 24.8%. Thus, hypotheses **H1a** and **H3a** are confirmed. Furthermore, *ENJ* is the strongest predictor of *PEOU* which supports hypothesis **H7a**. Additionally, *PU* (0.462) nearly doubles the effect of *PEOU* (0.286) on *BI*. Therefore, also hypotheses **H8a** and **H10a** are true. Finally, *PEOU* explains 33.9% of *PU*'s variance because of *PEOU*'s instrumental value, thus, supporting **H9a**. It is interesting to note, that *FL* has a strong impact on *PU* (0.408) leading to a confirmation of **H5a** and a substantially higher  $R^2$  of *PU*.

#### 4.5 Analysis of Variance

Ultimately, the latent variables should be compared in order to show if the game prototype yields improvements. Therefore, Table 2 presents means and standard deviations of the final factor scores. In addition the p-value of the Jarque-Bera test is given to show that not all variables are normally distributed. Although the assumption of normality is rejected, ANOVA provides a robust test decision when compared with the outcome of the Wilcoxon-Whitney-Mann test (U-test) which has no distributional assumptions. Both tests are rejecting the null-hypothesis of equal means.



Factor	Mean	S.D.	Jarque-Bera (p-value)	ANOVA (p-value)	U-Test (p-value)
IASAPGUI	2.990	0.754	0.518	0.395	0.378
IAGame	3.091	0.989	0.327		
IFSAPGUI	3.089	0.878	0.158	1.743 <sup>-09</sup> (***)	1.831 <sup>-10</sup> (***)
IFGame	3.812	0.846	1.820 <sup>-08</sup> (***)		
TPSAPGUI	1.946	0.800	0.00370 (**)	3.351 <sup>-06</sup> (***)	7.815 <sup>-06</sup> (***)
TPGame	2.525	1.0003	0.0846 <sup>(/)</sup>		
FLSAPGUI	1.924	0.972	0.00158 (**)	1.968 <sup>-05</sup> (***)	3.207 <sup>-05</sup> (***)
FLGame	2.508	1.030	0.0503 <sup>(/)</sup>		
ENJSAPGUI	2.533	0.960	0.124	2.2 <sup>-16</sup> (***)	2.2 <sup>-16</sup> (***)
ENJGame	3.886	0.850	1.381 <sup>-08</sup> (***)		
PEOUSAPGUI	2.807	0.828	0.832	2.2 <sup>-16</sup> (***)	4.441 <sup>-16</sup> (***)
PEOUGame	3.821	0.839	0.000748 (***)		
PUSAPGUI	3.303	0.899	0.00661 (**)	0.435	0.8299
PUGame	3.203	0.995	0.0373 <sup>(*)</sup>		
BISAPGUI	3.408	1.108	0.0366 <sup>(*)</sup>	0.2731	0.2030
BIGame	3.574	1.149	0.00430 (**)		

**Table 2: Analysis of variance of factor scores**

Thus, the following conclusions can be derived. Interactivity increases by 0.101 which is not significant according to the mean test. Thus, **H2b** is confirmed. Again, results for interactivity have to be interpreted cautiously as this construct was not measured properly. Interface (0.723), telepresence (0.579), flow (0.584), enjoyment (1.353), perceived ease of use (1.014) are significantly increased leading to a confirmation of **H1b**, **H3b**, **H4b** and **H7b**. Although antecedents of PU are improved in the game prototype, PU itself even decreases leading to a rejection of **H5b** & **H9b**. Furthermore, BI is improved on average but the difference is not significant according to ANOVA, probably because flow has no significant impact on BI in the prototype model. Thus, hypotheses **H6b** & **H8b** can be partially confirmed only and we argue that further research is necessary. Ultimately, **H10b** is confirmed because neither **H5b** nor **H9b** were true in this study.

## 5 Discussion

In the following paragraphs improvement is always seen from the prototype's perspective. Hence, telepresence is improved by 29.75%, interface by 23.4%, flow by 30.353%, enjoyment by 53.414%, and perceived ease of use by 36.123%. However, perceived usefulness decreases by 3.03%. The intention to use ERP software is increased by 12.12%. When comparing the path weights  $\gamma_i$ , one can see that the differences are very small in most cases. However, there is a substantial increase on the FL-PU relationship (68.966%) and decrease on the FL-PEOU one (-96.66%). Furthermore, the ENJ-PEOU relationship is also decreased by 11.681%. This is an important observation, since it was shown in Section 4.5 that all constructs, that is, flow, enjoyment and perceived ease of use, are improved significantly on average but all paths leading to PEOU are of less explanatory power in the prototype's model. In other words, the relative increase in PEOU is not only determined by the measured variables. Therefore, we argue, that PEOU is determined by further antecedents that lead to higher PEOU in the game

prototype and were not measured in this study. Additionally, one can conclude that these variables should only have a small impact on PEOU in SAPGUI. Thus, future research needs to identify additional possible antecedents of PEOU when TAM-based models are applied to applications with game mechanics.

On the other side, all path weights leading to PU are improved (8.85% for PEOU-PU and 68.966% for FL-PU) in the prototype's model. In addition, also the antecedents of PU are increased as shown above. However, as illustrated in Section 4.5, PU decreases slightly on the construct level when both solutions are compared with each other. Hence, there exists an obvious contradiction. Therefore, we argue, that other factors which were not measured in this study possibly have a strong negative impact on PU in the prototype's model.

Besides the quantitative feedback from the questionnaire, individual qualitative feedback was collected. Especially, participants were asked why they have diminished or augmented PU and PEOU respectively. The following list gives an overview of qualitative feedback why perceived usefulness was reduced. First, participants cannot imagine that an entire ERP solution or parts of it are realized with such a gamification approach. Second, participants did not understand how gamification should improve their performance because the evaluation period was too short, the given scenario not appropriate/understandable or participants were not fully concentrated on their tasks due to the time limitations of the study. Third, participants, especially from the areas of finance and accounting, were afraid of the three dimensional virtual reality because they would expect a spreadsheet format as graphical frontend. It is interesting to denote that these reasons can be derived mainly out of the assumptions and limitations of the study. It seems obvious, that a longer study, based on a sample closer to the target group with an improved prototype in a real business context should circumvent the negative points outlined above. Moreover, a parallel with antecedents of PU from the TAM3 model can be drawn. In this model, antecedents of perceived usefulness are *subjective norm*, *image*, *job relevance*, *output quality* and *result demonstrability* [24]. We argue, that *job relevance* which is defined as "the degree to which an individual believes that the target system is applicable to his or her job" [25] and *output quality* which is defined as "the degree to which an individual believes that the system performs his or her job tasks well" [25] might have the strongest negative impact on PU within the prototype's model according to the qualitative feedback given above. Of course, other factors that are not validated in TAM3 or any other model may have a negative influence as well.

Regarding the explanatory gap in PEOU, TAM3 can be used again to propose further research questions. Perceived ease of use is not only determined by enjoyment or flow as system dependent antecedents but also by user dependent constructs, such as *computer self-efficacy*, *perception of external control*, *computer anxiety* or *computer playfulness* [24]. We argue, that especially factors like computer self-efficacy or computer playfulness which are intrinsic motivators for using any kind of new system are very likely high in our sample since the average age of the participants is relatively low (25.45).

Overall, we showed that the presented model provides a good start to explain usage intentions, but it needs enhancements as argued above when applied to applications with game mechanics (RQ1). Due to the exploratory nature of our research and the application of the proposed model in order to identify differences while comparing two systems this drawback does not pose threats to the validity of our answers to RQ2. We clearly showed that all of the constructs improved through gamification, most of them significantly. Therefore our study strongly encourages further investigation of ERP gamification and its outcomes.

## 6 Outlook

In this paper we have presented a theoretical model for the evaluation of our ERP gamification prototype. We have shown that gamification objectively yields improvements in factors, such as software enjoyment, flow experience or perceived ease of use. However, the behavioral intention to use the prototype has not increased significantly because perceived usefulness decreases due to the presented limitations of the user study. Hence, we argue that the same effects should be estimated with an improved prototype evaluated in a larger work setting. Moreover, we propose to investigate the effects within a larger theoretical framework, such as the job-demands resource model (e.g., [2],[10]) because flow and enjoyment which are substantially increased by gamification have a strong positive effect on work engagement. Hence, we hypothesize that gamification can increase quality on the job and improve even organizational outcomes, such as job performance or organizational commitment.

## 7 Literature

- [1] Argawal, R., & Karahanna, E. (2000): Time Flies When You're Having Fun: Cognitive Absorption and Beliefs About Information Technology Usage. *MIS Quarterly* 24(4):665-694.
- [2] Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007): The Job Demand-Resource Model: State of the Art. *Journal of Managerial Psychology* 22:309-328.
- [3] Bunchball Inc. (2010): Gamification 101: An Introduction to the Use of Game Dynamics to Influence Behavior. <http://www.bunchball.com/gamification/gamification101.pdf>. Retrieved on 24.07.2011.
- [4] Choi, D., Kim, H., & Kim, J. (2007): ERP Training With a Web-Based Electronic Learning System: The Flow Theory Perspective. *International Journal of Human-Computer Studies* 65:223-243.
- [5] Csikszentmihalyi, M. (2008): *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial Modern Classics, New York.
- [6] Davis, F. D. (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13:319-339.
- [7] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35(8): 982-1003.
- [8] DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992): Information System Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research* 3(1):60-95.
- [9] DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003): The DeLone and McLean Model of IS Success: A Ten-Year Update. *Journal of Mngt. Information Systems* 19(4):9-30.
- [10] Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., & Schaufeli, W. B. (2001): The Job Demands-Resource Model of Burnout. *Journal of Applied Psychology* 86:499-512.
- [11] Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011, May): Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts. ACM, Vancouver, Canada.

- [12] Dromgoole, S. (2011): <http://www.scribd.com/doc/13714815/Sean-Dromgoole-CEO-Some-Research-Gamevision>; Retrieved on 27.07.2011.
- [13] Fang, X., & Zhao, F. (2010): Personality and enjoyment of computer game play. *Computer in Industry* 61:342-349.
- [14] Herzig, P. (2011): Toward a Theoretical Model for Evaluation and Explanation of ERP User Experience: Gamification versus Tradition. Research Seminar, Chair of Information Systems, esp. IS in Manufacturing and Commerce, Technische Universität Dresden.
- [15] Hoffman, D. L., & Novak, T. P. (2009): Flow online: Lessons Learned and Future Prospects. *Journal of Interactive Marketing* 23(1):23-34.
- [16] Hsu, C.-L., & Lu, H.-P. (2003): Why Do People Play On-Line Games? An Extended TAM with Social Influences and Flow Experience. *Information & Management* 41:853-868.
- [17] McGonigal, J. (2011): *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. New York: The Penguin Press.
- [18] Novak, T., Hoffmann, D., & Yung, Y. (2000): Measuring the Customer Experience in On-line Environments: A Structural Modeling Approach. *Marketing Science* 19(1):22–42.
- [19] Reeves, B., & Read, J. L. (2009): *Total Engagement: Using Games and Virtual Worlds to Change the Way People Work and Businesses Compete*. Boston, MA: H. B. Press.
- [20] Ringle, C. M., Wende, S., & Will, S. (2011): SmartPLS 2.0 (M3) Beta. Available from <http://www.smartpls.de>.
- [21] SoSciSurvey (2011): oFb – der onlineFragebogen. Available from <https://www.sosci-survey.de>; Retrieved on 15.05.2011.
- [22] Unity Technologies. (2011): Unity 3.1. <http://unity3d.com/>. Retrieved on 08.08.2011.
- [23] Venkatesh, V. (2000): Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research* 11(4):342-365.
- [24] Venkatesh, V., & Bala, H. (2008): Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39(2):273-315.
- [25] Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000): A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Mngt. Science* 46(2):186-204.
- [26] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27(3):425-478.
- [27] Wang, Y. S. (2003): Assessment of Learner Satisfaction With Asynchronous Electronic Learning Systems. *Information & Management* 41:75-86.
- [28] Wang, Y.-S. (2008): Assessing E-Commerce Systems Success: A Respecification and Validation of the DeLone and McLean Model of IS Success. *IS Journal* 18:529-557.
- [29] Wixom, B. H., & Todd, P. A. (2005): A Theoretical Integration of User Satisfaction and Technology Acceptance. *Information Systems Research* 16(1): 85-102.
- [30] Wu, J., Li, P., & Rao, S. (2008): Why They Enjoy Virtual Game Worlds? An Empirical Investigation. *Journal of Electronic Commerce Research* 9( 3):219-230.

**Teilkonferenz**

**Informationsmanagement**



# **Vorwort zur Teilkonferenz**

## **Informationsmanagement**

### **Dennis Kundisch**

Universität Paderborn,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insbes. Information Management & E-Finance,  
33098 Paderborn, E-Mail: dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

### **Stefan Sackmann**

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliches Informationsmanagement,  
06108 Halle (Saale), E-Mail: stefan.sackmann@wiwi.uni-halle.de

Die Teilkonferenz „Informationsmanagement“, die im Rahmen der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012 in Braunschweig durchgeführt wurde, hat sich zum Ziel gesetzt, Wissenschaftlern, die sich mit den veränderten und herausfordernden Anforderungen an ein effizientes und effektives Informationsmanagement beschäftigen, eine Plattform für den wissenschaftlichen Diskurs zu bieten. Der thematischen Vielfalt des modernen Informationsmanagements entsprechend, wurde die Teilkonferenz anhand von vier thematischen Tracks gegliedert:

- Adoption, Nutzung und Erfolg von Artefakten in der WI
- IT Performance Management / IT-Controlling
- Integriertes Ertrags-, Compliance- und Risikomanagement
- Enterprise Transformation 2012

Insgesamt wurden für die Teilkonferenz 46 originäre Beiträge zur Begutachtung eingereicht. Diese wurden in einem doppel-blinden Verfahren jeweils von mindestens zwei Gutachtern begutachtet. Als Ergebnis des Auswahlverfahrens wurden 21 der eingereichten Beiträge zur Präsentation angenommen, was einer Annahmequote von 46% entspricht. Wir danken den Track-Chairs für die dezentrale Organisation der Begutachtungsprozesse und freuen uns auf eine spannende und diskussionsreiche (Teil-)Konferenz in Braunschweig.

Im Januar 2012  
Dennis Kundisch  
Stefan Sackmann





# **Adoption, Nutzung und Erfolg von Artefakten in der WI**



# Kann der Nutzen aus (Standard) Anwendungssoftware zu nachhaltigen Wettbewerbsvorteilen führen?

**Tim Küttner**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
E-Mail: [kuettnert@uni-koblenz.de](mailto:kuettnert@uni-koblenz.de)

**Petra Schubert**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
E-Mail: [petra.schubert@uni-koblenz.de](mailto:petra.schubert@uni-koblenz.de)

## Abstract

Nutzen durch den Einsatz von Informationstechnologie ist seit über 30 Jahren ein Schwerpunktthema der Forschung in der Wirtschaftsinformatik. Kontrovers diskutiert wird hierbei weniger die Existenz des betriebswirtschaftlichen Nutzens, als vielmehr Art und Umfang des Nutzens. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Frage, ob und inwieweit Unternehmen durch den Einsatz von Business Software Wettbewerbsvorteile generieren können. Anhand der Theorie der Positionierung und des Resource-based View untersucht dieser Beitrag, inwieweit der identifizierte Nutzen aus 13 ausgewählten Praxisprojekten zu (nachhaltigen) Wettbewerbsvorteilen führt oder lediglich zu erzielter Prozessexzellenz. Ein Ergebnis ist, dass die formalen Kriterien für die Existenz von Wettbewerbsvorteilen in den untersuchten Fallstudien erfüllt werden, während sie allerdings nur in Ausnahmefällen als nachhaltig bezeichnet werden können. Der Beitrag schließt mit einer kritischen Würdigung des Wettbewerbsvorteilsbegriffs und möglicher Taxonomien.

## 1 Einleitung

Die Frage nach der Existenz und dem Umfang von Wettbewerbsvorteilen durch den Einsatz von Informationstechnologie ist ein zentrales Anliegen der Forschung in der Wirtschaftsinformatik (z. B. [30]; [10]; [14]; [6]; [26]) und wird kontrovers diskutiert. Der wissenschaftliche Diskurs lässt sich in zwei gegensätzlichen Positionen zusammenfassen.

Die Existenz von Wettbewerbsvorteilen in *IT-bejahenden Forschungsbeiträgen* (z. B. [25]; [24]; [1]) zeigt auf, dass IT ein Faktor für den Unternehmenserfolg sein kann. Demgegenüber steht die *kritische Haltung* (z. B. [5]; [6]; [28]), dass IT keinen längerfristig relevanten Beitrag

zum Unternehmenserfolg leiste. Herauszuheben ist hier insbesondere Carr, der Informationstechnologie als Infrastruktur beschreibt und dessen Aussage „IT doesn't matter“ stilbildend für die Kontroverse gesehen werden kann. Obwohl Carr der IT eine Notwendigkeit als Infrastruktur zugesteht, hält er die Existenz von Wettbewerbsvorteilen für rein temporär – vielmehr liege bei Infrastrukturen der Fokus auf den Risiken, nicht auf den Vorteilen. Im vorliegenden Beitrag werden 13 Praxisprojekte (Fallstudien) analysiert und vergleichend dargestellt, um zu evaluieren, inwieweit der identifizierte Nutzen einen Wettbewerbsvorteil darstellt. Sämtliche Fallstudien betreffen Unternehmen, die eine am Markt verfügbare Business Software (hauptsächlich ERP-Systeme) einsetzen, in der Regel in Form einer betriebswirtschaftlichen Standardsoftware, in einigen Fällen in Verbindung mit einer E-Commerce-Lösung, wie z. B. einem Webshop. Dies ist für die Betrachtung insofern vorteilhaft, dass die eingesetzten Lösungen in weiten Teilen als marktgängig und (vor der Anpassung an unternehmensspezifische Anforderungen) als frei verfügbar angesehen werden können. Somit wird der Abgleich mit der These, dass IT durch Verfügbarkeit und Verbreitung lediglich eine Rolle als Infrastruktur zufällt, nicht aber als Quelle von Wettbewerbsvorteilen, erleichtert.

## 2 Theoretische Perspektive

Nach Porter ([23]) lassen sich zwei Typen von Wettbewerbsvorteilen unterscheiden: Erstens *Kostenvorteile*, also die Fähigkeit, Produkte, Leistungen oder Prozesse günstiger bereitzustellen als die Konkurrenz; und zweitens *Differenzierung*, die Bereitstellung wertvoller Produkte, Leistungen oder Prozesse in einzigartiger Weise. Porter leitet hieraus drei generische Strategien ab: Kostenführerschaft, Differenzierung und Fokus, also die Verfolgung einer der beiden Strategien auf ein Marktsegment begrenzt. Langfristig überdurchschnittlichen Unternehmenserfolg führt Porter auf nachhaltige Wettbewerbsvorteile zurück. Somit legt Porter mit dem Konzept der „Nachhaltigkeit“ ein weiteres Kriterium an Wettbewerbsvorteile an und nimmt die Faktoren der Imitierbarkeit und möglicher Veränderungen der Nachfrage in seine Theorie auf. Dem Risiko der Nachahmung soll das Unternehmen mit kontinuierlicher Verbesserung der eigenen Wettbewerbsposition durch Investitionen begegnen.

Eine alternative Sichtweise bietet die Ressourcentheorie (*Resource-based View* oder *Theory*, z. B. [2]; [31]). Sie erklärt Wettbewerbsvorteile durch Ressourcenallokation: ein Unternehmen akquiriert Ressourcen, bildet Ressourcenbündel und setzt diese zur Generierung ökonomischer Werte ein, also zur Realisierung von Produzentenrenten. Unternehmen haben einen Wettbewerbsvorteil, wenn sie in der Lage sind, größere ökonomische Werte zu generieren als der gerade noch marginal profitable (kostendeckend operierende) Wettbewerber ([21]). Damit können zahlreiche Unternehmen gleichzeitig über Wettbewerbsvorteile verfügen. Damit diese nachhaltig verteidigt werden können, müssen sie den vier Kriterien des *VRIO-Framework* genügen: Sie müssen wertvoll sein (*Valuable*), selten (*Rare*), nur aufwendig imitierbar (*Imperfectly imitable*) und in relevanter Weise von der Organisation nutzbar gemacht werden (*Organization*). Wettbewerbsvorteile sind somit tief in die Organisation eingebettet.

Beide Sichtweisen werden in diesem Beitrag komplementär herangezogen: die Theorie der Positionierung dient der Einteilung eines Nutzelements in eine generische Strategie

und damit nach Porter als Fundament eines möglichen Wettbewerbsvorteils. Mithilfe der Ressourcentheorie erfolgt die Evaluation der Ressource, insbesondere in Hinblick auf die Nachhaltigkeit eines möglichen Wettbewerbsvorteils.

### 3 Forschungsmethode

Der Einsatz von Informationstechnologie ist auf Unternehmensebene, also auf der Stufe des aggregierten Unternehmenserfolgs, umfangreich untersucht worden (z. B. [18]; [3]). Die Ergebnisse sind als *Produktivitätsparadox* bekannt geworden, weil die Studien den erwarteten positiven Zusammenhang zwischen IT-Investitionen und Unternehmenserfolg nicht bestätigten. Spätere Untersuchungen (z. B. [4]) konnten zwar den Einfluss von Investitionen in Informationstechnologie auf Unternehmensergebnisse aufzeigen; die Betrachtung des Gesamtunternehmens bleibt aber problematisch, weil unterschiedliche Effekte in einzelnen Teilbereichen des Unternehmens nicht sichtbar werden ([29]). IT ist in die Unternehmensorganisation und die Prozesse einzelner Geschäftsbereiche implementiert, und um potenzielle Wettbewerbsvorteile identifizieren, beschreiben und evaluieren zu können, bedarf es einer Betrachtung der einzelnen Bereiche und Prozesse – die Fallstudie als Forschungsinstrument bietet diese Sichtweise und ermöglicht, bei geringerer quantitativer Orientierung, ein tieferes qualitatives Verständnis.

Dieser Beitrag nutzt den Ansatz von Eisenhardt [8], die acht Schritte für die Ableitung von Theorien aus Fallstudien definiert: (1) Startphase (Getting Started), (2) Auswahl der Fallstudien (Selecting Cases), (3) Erstellung von Instrumenten und Protokollen (Crafting Instruments and Protocols), (4) Feldstudie (Entering the Field), (5) Auswertung der Daten (Analyzing Data), (6) Bildung von Hypothesen (Shaping Hypotheses), (7) Literaturvergleich (Enfolding Literature) und (8) Schlussfolgerungen (Reaching Closure). Miles und Huberman ([19]) schlagen darüber hinaus eine Methode für die qualitative Forschung vor, die darauf ausgerichtet ist, Analysen innerhalb einer Fallstudie (Intra-Case) und Fallstudien vergleichend (Cross-Case) vorzunehmen. Die vier Hauptschritte sind hierbei Datensammlung (Data Collection), Datenreduktion (Data Reduction), Datendarstellung (Data Display) und die Entwicklung und Überprüfung von Schlussfolgerungen (Drawing / Verifying Conclusions). Die verwendeten Fallstudien sind mit der eXperience-Methode erhoben worden. Diese stellt ein bewährtes Instrumentarium zur Dokumentation von Praxiswissen zur Verfügung und wurde in den letzten 10 Jahren international für die Analyse von Fallstudien eingesetzt ([27]).

### 4 Forschungsvorgehen

In diesem Paper werden fünf etablierte Forschungsmethoden miteinander kombiniert: (1) die Forschungsschritte zur Generierung von Theoriewissen aus Fallstudien nach Eisenhardt [8], (2) die Miles and Huberman Ansätze zur Datenauswertung [19], (3) die eXperience-Methode für das Dokumentieren und Analysieren von Fallstudien, (4) das Porter Modell für die Klassifizierung von Geschäftsprozessen und Wettbewerbsvorteilen [23] und (5) die Kriterien für nachhaltige Wettbewerbsvorteile der Ressourcentheorie (*Resource-based View* (RBV)).

#### 4.1 Auswahl der Fallstudien und Erstellung von Instrumenten

Zur Identifikation von Nutzen und möglichen Wettbewerbsvorteilen wurden 13 Unternehmen in der Form von Fallstudien auf Prozesse untersucht, die mittels Unterstützung durch Business Software zu Nutzelementen führten. In einer vergleichenden Analyse (Cross-Case-Analysis) wurden typische Muster aufgedeckt und gemeinsame Vorgehensweisen (Common Practices) dargestellt. Es wurde ein *qualitatives Sampling* ([13]) vorgenommen, bei dem Fallstudien aus einem bestehenden Pool ([9]) ausgewählt wurden.

#### 4.2 Feldstudie

Die Interviews wurden mit den Projektverantwortlichen geführt, die für die Einführung der betrachteten Business Software verantwortlich gewesen waren. Die Fallstudienautoren besuchten die ausgewählten Firmen und dokumentierten die Erkenntnisse in dem vorgegebenen Fallstudienraster. Ihnen wurde Zugang zu relevanten internen Projektdokumentationen gewährt. Die Interviews dauerten zwei bis vier Stunden. Im Anschluss durchliefen die Fallstudien einen strikten Redaktionsprozess zur Qualitätssicherung. So wurde gewährleistet, dass die vorgegebene Struktur der eXperience-Methode eingehalten wurde und die Ergebnisse sinnvoll und einheitlich kodiert wurden. Zuletzt wurden die Fallstudien von den jeweiligen Projektverantwortlichen freigegeben.

#### 4.3 Datenanalyse

Im Anschluss an die Erstellung der einzelnen Fallstudien wurden sie in einer zusammenfassenden Analyse ausgewertet. Dabei wurden die Fallstudien zunächst anhand der Prozess-typen gruppiert, die in den Fällen beschrieben wurden. In Anlehnung an Porter [23] wurden die folgenden Prozess-typen unterschieden: (1) Managementprozesse (grau hinterlegt), (2) Absatzprozesse (weiss hinterlegt), (3) Leistungsprozesse (grau hinterlegt) und (4) Unterstützungsprozesse (weiss hinterlegt). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die betrachteten Fallstudien und die Faktoren, die zur Erzielung des möglichen Wettbewerbsvorteils dienen.

Fallstudie	Prozessbereich	Nutzelement
Valenzi	Primärprozess	Informationstiefe in der Auftragserstellung
John	Primärprozess	Auftragsprüfung nach EDI-Übermittlung
Niggemann	Primärprozess	Auftragserstellung durch Masken
Freitag	Primärprozess	Produktkonfigurator
buch.ch	Primärprozess	Online-Community (Bibliothek)
kdmz	Primärprozess	Empfehlungssystem
Scott Sports	Sekundärprozess	Produktkatalog
Ziehl-Abegg	Sekundärprozess	Produktkonfiguration
ARP Datacon	Sekundärprozess	Multi-Channel-Integration
Rotronic	Sekundärprozess	Multilieferantenkatalog
BDO Visura	Sekundärprozess	Outsourcing Buchführung
Cablecom	Sekundärprozess	Outsourcing elektronische Rechnungsarchivierung
Bell/swisspayroll	Sekundärprozess	Outsourcing Lohnverarbeitung

Tabelle 1: Nutzelemente in den Fallstudien

Ca. die Hälfte der Fallstudien beschreiben *Absatzprozesse* an der Kundenschnittstelle und sind primär im Bereich der Erstellung des Kundenauftrags und der nachfolgenden Subprozesse im Vertrieb angesiedelt. Drei Fallstudien zum Thema Business Process Outsourcing beschreiben *Unterstützungsprozesse* in den *Sekundärprozessbereichen* Lohnverarbeitung, Buchhaltung und elektronische Archivierung. Die übrigen Fallstudien zum Thema Management von elektronischen Produktdaten zielen zwar auf die effektive Unterstützung der Auftragserstellung ab, die Datenpflege an sich ist aber ein *Sekundärprozess* im Bereich Informations- und Dokumentenmanagement. Es wurde eine einheitliche Systematik für betriebliche Prozesse (in Anlehnung an [23]) eingesetzt.

#### 4.4 Bildung von Hypothesen

In der Datenanalyse wurden die Nutzelemente identifiziert, die in Tabelle 1 dargestellt sind. Die Nutzelemente resultieren aus dem Einsatz von Business Software, die gezielt selektiert und in der Regel auf die Anforderungen der jeweiligen Organisationseinheit angepasst wurde. Die Unternehmen verbinden mit der verbesserten Prozessunterstützung durch den Einsatz der Business Software einen Zustand der Prozessexzellenz für den Zielprozess, der ihnen einen relevanten Nutzen bietet. Diese Erkenntnis bildet die Grundlage für die Annahme, dass die Nutzelemente für die Unternehmen Wettbewerbsvorteile darstellen. Diese Annahme wurde im Rahmen des Literaturvergleichs vertieft und in den Schlussfolgerungen analysiert.

#### 4.5 Literaturvergleich

Die Annahme, dass die identifizierten Nutzelemente für die Unternehmen Vorteile im Wettbewerb darstellen, der Einsatz von Business Software in diesen Fällen folglich zu Wettbewerbsvorteilen geführt hat, erfordert eine Evaluation der Nutzelemente in Hinblick auf die an Wettbewerbsvorteile anzulegenden Kriterien. Im Porterschen Paradigma sind dies vor allem zwei Aspekte: Die klare Zuordnung zu Kostenvorteil oder Differenzierung, sowie die Möglichkeit, Imitation zu verhindern, sei es durch Einzigartigkeit oder durch kontinuierliche Weiterentwicklung durch auf stetigen Investitionen basierende Innovation ([23]).

Aus Sicht der Ressourcentheorie ([2]; [31]) muss ein Wettbewerbsvorteil den Kriterien des *VRIO-Framework* genügen, also wertvoll sein (*Valuable*), selten (*Rare*), nur aufwendig imitierbar (*Imperfectly imitable*) und in relevanter Weise von der Organisation nutzbar gemacht werden (*Organization*). Ein seltenes und wertvolles Ressourcenbündel konstituiert einen Wettbewerbsvorteil, der allerdings zunächst temporär ist. Barney und Clark ([2]) weisen darauf hin, dass ein nachhaltiger Wettbewerbsvorteil nur entsteht, wenn die letzten beiden Kriterien erfüllt sind, das Ressourcenbündel also (1) nur mit großem Aufwand, i. d. R. verbunden mit entsprechend hohen Kosten, imitiert werden kann und (2) die Organisation das Ressourcenbündel durch ihre Richtlinien und Abläufe in relevanter Weise nutzt. Dies bedeutet die Ausrichtung der Organisation auf die Nutzung eines Ressourcenbündels, im konkreten Fall also einen Task-Technology Fit (z. B. [12]; [7]), der nicht allein durch die Selektion und Anpassung der Technologiefunktionalität entsteht, sondern seine Wurzeln ebenfalls in der Ausrichtung der Organisation und der Nutzung (*Utilization*) der Technologie findet.

Den Kriterien der nicht perfekten Imitierbarkeit und der organisationalen Nutzung kommt also eine Schlüsselrolle bei der Evaluation von möglichen Wettbewerbsvorteilen zu. Für nicht

perfekte Imitierbarkeit führen Barney und Clark vier mögliche Auslöser auf: (1) Einzigartige historische Bedingungen. Diese können z. B. beinhalten, dass ein Unternehmen in einem Markt eine spezifische Ressource vor den Wettbewerbern erschließt und sich nachhaltige Wettbewerbsvorteile sichert (*First-mover Advantage*) oder, ähnlich, frühe Ereignisse in einer Pfadabhängigkeit resultieren. Wesentlich stärker im Fokus steht aber eine mögliche (2) kausale Ambiguität, deren Kern die Überlegung ist, dass eine erfolgreiche Imitation die genaue Kenntnis der Quelle des Wettbewerbsvorteils erfordert. Ist diese Kenntnis nicht zu erreichen, z. B. weil das Ressourcenbündel als Basis des Wettbewerbsvorteils äußerst komplex und tief in die Organisation eingebettet ist, kann der Wettbewerbsvorteil nicht erfolgreich imitiert werden. Eng verwandt mit kausaler Ambiguität ist der dritte Grund, (3) soziale Komplexität, die aus sozialen Beziehungen, Kulturen und Traditionen resultiert und die Nutzung der Technologie beeinflusst. Hier wird speziell als Argument aufgezeigt, dass Unternehmen dieselben Informationssysteme in ganz unterschiedlicher Weise und zu unterschiedlichen Effekten nutzen können. Unabhängig vom Vorhandensein der ersten drei Gründe kann (4) Substituierbarkeit dazu führen, dass ein Wettbewerbsvorteil imitierbar ist, obwohl die Ressourcen, auf denen er basiert, einen der oben genannten Gründe erfüllen. Ist die Ressource substituierbar, und befindet sich das Substitut nicht in einzigartiger historischer Bedingung, einer kausalen Ambiguität oder sozialer Komplexität, kann ein Wettbewerber den Vorteil mit diesem Substitut imitieren. Die organisationale Nutzung beinhaltet nach Barney und Clark vor allem die formalen Komponenten der Organisation, also Berichtsstrukturen, explizite Führungssysteme und Vergütungsrichtlinien. Sie bezeichnen diese Faktoren auch als komplementäre Ressourcen und Fähigkeiten, weil sie für sich nur eingeschränkt in der Lage sind, Wettbewerbsvorteile zu generieren. Die letzten beiden Kriterien des VRIO-Framework haben zur Folge, dass die Ressourcen nicht perfekt mobil (*Imperfectly mobile*) sind, es besteht somit eine Mobilitätsbarriere.

#### 4.6 Schlussfolgerung: Darstellung und Analyse der Nutzenelemente

Im Folgenden werden zunächst die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der identifizierten Nutzenelemente beschrieben. Im darauffolgenden Abschnitt folgt die Evaluation der Nutzenelemente in Hinblick auf die Erfüllung der Kriterien für Wettbewerbsvorteile. Nach der Analyse der 13 Fallstudien konnten die folgenden vier Bereiche unterschieden werden, in denen Nutzenelemente identifiziert wurden: (1) IT-gestützter Verkaufsprozess, (2) Verbesserung in der Kundenschnittstelle: Webshop mit Zusatzfunktionalitäten, (3) Verbesserung im Produktdatenmanagement und (4) Business Process Outsourcing.

##### 4.6.1 IT-gestützter Verkaufsprozess

In den Fallstudien Valenzi, John und Niggemann wird die Bedeutung der *Verfügbarkeit von Informationen* während des Verkaufsprozesses betont. Alle drei Unternehmen sehen einen Wettbewerbsvorteil in der *schnellen, kompetenten und fehlerfreien Bedienung* des Kunden. Damit wird in diesem Bereich eine klassische Funktion des Customer Relationship Management angesprochen. In den Fallstudien wird deutlich, dass der Trend zu einer stärkeren elektronischen Vernetzung weiter zunimmt. Bei Valenzi wird bereits ein Teil der Aufträge über EDI entgegengenommen. Bei der Firma John kommen 100 % der Aufträge über den elektronischen Kanal ins Unternehmen. Auch bei Niggemann ist man „*EDI-ready*“ – dort rechnet man bereits damit, dass EDI eine künftige Erwartung von Lieferanten und Kunden sein wird. Zum Teil resultieren diese Initiativen aus gesetzlichen Anforderungen: In der



Lebensmittelherstellung ist dies z. B. die Anforderung der Chargenrückverfolgbarkeit, der Valenzi nachkommt. Bei John sind es die Kurzfristigkeit, die große Menge an Bestellungen und die schnelle Verfügbarkeit der Ware, die nur durch eine entsprechende Business Software Lösung erfüllt werden kann. Niggemann liefert Frischprodukte, was eine zeitnahe Lieferung und eine gewisse Beratung am Telefon bedingt. Ein zentraler Faktor für die Kundenzufriedenheit ist hier ein effizientes Verkaufsgespräch. Allen drei Unternehmen gemein ist das Ziel einer *IT-gestützten Verbesserung des Verkaufsprozesses* und eine dadurch resultierende hohe Kundenbindung – sie nutzen die Business Software, um im Vertriebsprozess wertvollere Leistungen bereitstellen zu können, wodurch sie sich vom Wettbewerb differenzieren; ihr Nutzelement trägt somit zur *Differenzierung* bei.

#### 4.6.2 Verbesserung in der Kundenschnittstelle

In den Fallstudien FREITAG, buch.ch und kdmz wird gezeigt, wie Unternehmen Wettbewerbsvorteile durch Spezialfunktionalitäten ihres Webshops erzielen können. Die Fahrradkurier-taschen von FREITAG haben den Status von Design-Objekten erreicht und werden seit 2003 im Museum of Modern Art in New York ausgestellt [20]. Durch die Einführung von 360° Produktdarstellungen in ihrem Web Shop konnte das Unternehmen die Rücksendungen um 70% senken. Insgesamt haben sich die Online Umsätze in den ersten zwei Jahren verdoppelt, und die gleiche Anzahl Mitarbeiter ist nun in der Lage, mehr als doppelt so viele Aufträge zu bearbeiten. buch.ch steht in Konkurrenz zu vielen anderen Online-Buchhändlern, nicht zuletzt zu Amazon. Durch die Verknüpfung des E-Shops mit einer funktionsreichen Community-Plattform, differenziert sie ihr Angebot am Markt und bindet Kunden langfristig. Der eigentliche Mehrwert für Kunden wird aus der Community heraus generiert. kdmz bietet in ihrem Webshop ein Empfehlungssystem, das vollständig in die dahinter liegende ERP-Lösung integriert ist. Die Integration in den Artikelstamm ermöglicht das kontinuierliche Lernen aus dem Verhalten des Kunden durch Analyse- und Feedbackfunktionen. Alle drei Unternehmen profitieren durch ihre Zusatzfunktionen zudem von besseren Informationen über ihre Kunden und deren potenzielle Bedürfnisse. Durch die Beobachtung des Verhaltens lassen sich Marketingmaßnahmen gezielt planen und steuern und dadurch auch künftig bessere und stärker individualisierte Angebote entwickeln. So differenzieren sich die Unternehmen durch *verbesserte, elektronische Kundenschnittstellen* von den Angeboten des Wettbewerbs. Das Nutzelement trägt auch hier zur *Differenzierung* bei.

#### 4.6.3 Verbesserung im Produktdatenmanagement

Das Management von Produktdaten stellt eine Herausforderung für Unternehmen dar, insbesondere bei häufig wechselnden Angeboten oder Daten aus vielen verschiedenen Quellen. Vier der untersuchten Fallstudien sehen das verbesserte Produktmanagement aufgrund von unterschiedlichen Anforderungen an ihr Business als geschäftskritisch an.

SCOTT Sports hat mit einer integrierten Lösung, auf die ihre Kunden (Wiederverkäufer oder Distributoren) weltweit zugreifen können, die Transparenz in der Wertschöpfungskette erhöht und die Verkaufsprozesse damit entscheidend vereinfacht. Dies resultiert in kürzeren Vorlaufzeiten und besserer Produktions- und Lagerplanung.

Bei Ziehl-Abegg führt die Möglichkeit einer Ähnlichkeitssuche in historischen Daten über so genannte Sachmerkmalleisten nach DIN 4000 zu einer Reduktion des Zeitbedarfs, zur Erstellung von kundenspezifischen Angeboten und zur Wiederverwendung von Komponenten.

Bei ARP Datacon sorgt eine Multi-Channel-Integration dafür, dass alle Kommunikationskanäle zum Kunden, ob diese nun maschinen- oder personengestützt sind, mit dem gleichen Informationsstand ausgestattet sind. Zusätzlich können die Kunden durch die E-Procurement-Schnittstellen Teile ihres Beschaffungsprozesses an ARP auslagern.

Im Fall von Rotronic zeigt sich die Bedeutung eines Multilieferantenkatalogs als Voraussetzung für ein möglichst bedarfsdeckendes Vollsortiment. Hierzu erweitert Rotronic das eigene Sortiment um ausgewählte Produkte von Komplementäranbietern, die logistisch über Streckengeschäfte eingebunden werden. Dadurch wird gegenüber den Kunden ein Mehrwert generiert und gleichzeitig der kompetitive Vorteil im Stammgeschäft gewahrt.

Die vier Fallstudien zeigen, dass ein *verbessertes Produktdatenmanagement* als Wettbewerbsfaktor gegenüber der Konkurrenz wirkt, obwohl es je nach Branche sehr unterschiedliche Formen annehmen kann. Während in den ersten beiden Fallstudien der *Kostenvorteil* im Vordergrund steht, tragen die Nutzelemente bei ARP Datacon und Rotronic sowohl zu *Kostenvorteilen* als auch zur *Differenzierung* bei.

#### 4.6.4 Business Process Outsourcing

In der Literatur werden unterschiedliche Gründe diskutiert, die für oder gegen ein Outsourcing von Prozessen sprechen (vgl. z. B. [15]; [11]; [17]). Die Ziele, die mit Outsourcing verfolgt werden, sind vielfältig. Im Vordergrund stehen meist Kosten- oder Qualitätsziele sowie die Konzentration der Geschäftstätigkeit auf das Kerngeschäft [16]. Daneben werden die Nutzung von Spezialisierungsvorteilen des Dienstleisters, der Zugang zu dessen Know-how sowie die Reduktion von Risiken als mögliche *positive Effekte* des Outsourcings aufgeführt. Häufig genannte *Nachteile* sind die Abhängigkeit vom Outsourcing-Anbieter und der Verlust von eigenem Know-how. Drei der untersuchten Fallstudien zeigen, wie man Vorteile aus einem Business Process Outsourcing ziehen kann. Dabei geht es in allen drei Fällen um Unterstützungsprozesse (Buchhaltung, elektronische Dokumentenarchivierung und Lohnverarbeitung): Die Internet-Treuhand-Plattform der BDO Visura bietet das Outsourcing von Buchhaltungsprozessen (im Software-as-a-Service-Modell) für ihre Kunden an, wodurch eine lokale Installation als Kostenfaktor und Fehlerquelle bei der Datenübertragung entfällt.

Der Schweizer Kabelnetzbetreiber cablecom GmbH nutzt die Dienste des BPO-Dienstleisters Swiss Post Solutions AG für die rechtskonforme Archivierung der Ausgangsrechnungen und die Ermöglichung des Onlinezugriffs für seine Kunden. Die Vorteile liegen in Kostenreduktion, Sicherheit und der kompetenteren Beratung der Kunden.

Der Fleischproduzent Bell hat die Lohnverarbeitung für Führungskräfte (Kaderpersonen) im Rahmen eines BPO an den HR-Dienstleistungsanbieter swisspayroll ag ausgelagert. Durch die externe Lohnverarbeitung ist die Vertraulichkeit der sensiblen Lohndaten aus Sicht von Bell besser gewährleistet als bei einer Inhouse-Lösung, zusätzlich konnte die Transparenz bei der Lohnverarbeitung gesteigert werden, was auch das Controlling erleichtert. Die Nutzelemente, die diese drei Unternehmen mit Business Process Outsourcing erzielen, bestehen vor allem im Bereich der Prozessverbesserung und der Inanspruchnahme von externem Know-how bei einem spezialisierten Dienstleister. BDO Visura als Anbieter erreicht so einen Mehrwert in der Kundenbindung und somit einen Beitrag zur *Differenzierung*, während bei cablecom die *Kostenvorteile* und bei Bell die Risikovermeidung im Fokus sind.

#### 4.7 Evaluation möglicher Wettbewerbsvorteile

Dieser Abschnitt stellt die Evaluation der Nutzelemente in Hinblick auf die Erfüllung der Kriterien für Wettbewerbsvorteile dar. Um zu prüfen, inwiefern sich aus den Nutzelementen Wettbewerbsvorteile ableiten lassen, wurden die Kriterien des *VRIO-Framework* angelegt. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Das Kriterium, dass Ressourcenbündel wertvoll (*Valuable*) sein müssen, um Wettbewerbsvorteile zu ermöglichen, ist in allen Fällen erfüllt. Die Unternehmen haben bewusst gezielte Investitionsentscheidungen getätigt, um die dargestellten Nutzelemente mit ihren Prozessverbesserungen realisieren zu können. Wenngleich in vielen Fällen auf aufwendige Investitionsrechnungen verzichtet wurde, können die Projektverantwortlichen die konkreten Vorteile detailliert benennen. In fast allen Fällen erreichen die Unternehmen einen Nutzen durch Kostenersparnis oder Differenzierung.

Auch das Kriterium der Seltenheit (*Rarity*) wird erfüllt: Zwar ist die technologische Basis der dargestellten Lösungen am Markt in Form von Softwareprodukten verfügbar, jedoch wird die konkrete, unternehmensspezifische Implementierung in vielen Fällen als speziell beschrieben. Obwohl z. B. bei Valenzi teilweise gesetzliche Anforderungen umgesetzt werden, besteht kein Widerspruch zu der Aussage, dass Wettbewerbsunternehmen noch nicht über eine entsprechende, moderne Lösung verfügen. Die gesetzlichen Anforderungen beschreiben einen Mindeststandard, der für sich keine Verbesserung des Verkaufsprozesses darstellt – vielmehr ist hierfür zusätzlich die Erfüllung der Anforderungen der Kunden (große Handelsunternehmen) entscheidend. Auch die beschriebenen Outsourcing Lösungen sind aus Sicht der Unternehmen ein Vorsprung im Wettbewerbsvergleich.

Das Kriterium der relevanten Nutzung durch die Organisation (*Organization*) ist ebenfalls erfüllt. Sämtliche Unternehmen haben Prozessanpassungen durchgeführt und beobachten Verbesserungen betrieblicher Abläufe. In einigen Fällen wurde die Organisation angepasst. Damit haben die Unternehmen der Fallstudien ihre Organisation auf die Nutzung der Ressourcen ausgerichtet.

Das Kriterium der nicht perfekten Imitierbarkeit (*Imperfect Imitability*) entscheidet im *VRIO-Framework* über die Nachhaltigkeit oder lediglich temporäre Existenz eines Wettbewerbsvorteils. Wie oben dargestellt, führen Barney und Clark (1) einzigartige historische Bedingungen, (2) kausale Ambiguität, (3) soziale Komplexität und (4) Nicht-Substituierbarkeit als mögliche Barrieren für Imitation an. Kaum ein teilnehmendes Unternehmen gab an, eine einzigartige historische Gelegenheit wahrgenommen zu haben. Eine Ausnahme stellt buch.ch dar, das mit der Schaffung einer Community eine Vorreiterrolle einnehmen konnte. Der frühe Startzeitpunkt kann dazu geführt haben, dass sich kein lokaler Konkurrent etabliert hat.

Die Anforderung der *kausalen Ambiguität* kann kein Unternehmen für sich in Anspruch nehmen: Die Funktionalitäten und technologischen Komponenten aller Projekte sind identifizier- und akquirierbar. Das Kriterium der *sozialen Komplexität* ist aufgrund der spezifischen, fokussierten Natur der Nutzelemente nicht zu verteidigen. Wenngleich Vertriebsprozesse sozial komplex sind, handelt es sich bei den betrachteten Projekten um konkrete Prozessverbesserungen. Diese können den Vertriebsprozess mit zusätzlichen Informationen qualitativ aufwerten oder zu Effizienzsteigerungen führen. Jedoch konnte in den Fallstudien keine spezifische Ressource identifiziert werden, die den Nutzelementen eine nicht imitierbare Qualität verleiht. Dennoch ergeben sich durch die spezifische, im sozialen Kontext

erarbeitete Ausprägung der implementierten Lösungen Nutzelemente, die im Einzelfall nicht ohne erheblichen Aufwand zu imitieren sind – die Folge ist ein mehr oder weniger ausgeprägter Vorsprung – einen *nachhaltigen Wettbewerbsvorteil* begründen diese Ressourcen jedoch nicht. Im Gegenteil zielen die Lösungen teilweise sogar auf Imitation ab, z. B. im Outsourcing oder bei der Anbindung an große Handelspartner: Hier strebt der Anbieter oder Nutzer der Lösung eine weitere Verbreitung explizit an. Zuletzt bleibt das Kriterium der *Nicht-Substituierbarkeit*, das sich in seinem breiten Verständnis einer finalen, langfristigen Bewertung entzieht, gibt es doch zahlreiche unterschiedliche Initiativen zur elektronischen Unterstützung und Abwicklung von Geschäfts- und Vertriebsprozessen mit den Zielen der Kundenbindung, Prozesseffizienz bzw. Realisierung von Kostenvorteilen. Begreift man Nicht-Substituierbarkeit hingegen konkret auf das individuelle Nutzelement bezogen, erscheinen lediglich unterschiedliche technologische Komponenten und Funktionen substituierbar. Diese jedoch sind von vorneherein verfügbar und damit imitierbar, so dass sich die Frage der Substituierbarkeit im engeren Sinn nicht stellt.

Zusammenfassend kann mit buch.ch *nur ein untersuchtes Unternehmen* die Kriterien für einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil erfüllen, während die restlichen Nutzelemente lediglich temporär zu Wettbewerbsvorteilen führen können. Dennoch bedeutet dies einen positiven Beitrag zur Marktposition der Unternehmen und kann ein Ausgangspunkt für die von Porter geforderte, kontinuierliche Verbesserung durch Investitionen sein.

Fallstudie	Nutzelement	Strategiebeitrag	Wertvoll	Selten	Nicht perfekt imitierbar	Organisation
Valenzi	Auftragserstellung	Differenzierung	✓	✓	✗	✓
John	Auftragsprüfung nach EDI-Übermittlung	Differenzierung	✓	✓	✗	✓
Niggemann	Auftragserstellung	Differenzierung	✓	✓	✗	✓
Freitag	Produktkonfigurator	Differenzierung	✓	✓	✗	✓
buch.ch	Online-Community (Bibliothek)	Differenzierung	✓	✓	✓	✓
kdmz	Empfehlungssystem	Differenzierung	✓	✓	✗	✓
Scott Sports	Produktkatalog	Kostenvorteil	✓	✓	✗	✓
Ziehl-Abegg	Produktkonfiguration	Kostenvorteil	✓	✓	✗	✓
ARP Datacon	Multi-Channel-Integration	Kostenvorteil & Differenzierung	✓	✓	✗	✓
Rotronic	Multilieferantenkatalog	Kostenvorteil & Differenzierung	✓	✓	✗	✓
BDO Visura	Outsourcing Buchführung	Differenzierung	✓	✓	✗	✓
Cablecom	Outsourcing elektr. Archivierung von Rechnungen	Kostenvorteil	✓	✓	✗	✓
Bell/swisspayroll	Outsourcing Lohnverarbeitung	Risiko-reduzierung	✓	✓	✗	✓

**Tabelle 2: Nutzelemente**

Begreift man Unternehmenserfolg nicht als Ergebnis eines in allen Unternehmensbereichen wirkenden, dominanten Faktors, sondern als Summe von Prozessexzellenz in vielen einzelnen Teilbereichen, wird deutlich, dass Prozessoptimierung nicht als Alternative zur Verfolgung von Wettbewerbsvorteilen gesehen werden muss.

## 5 Fazit und Limitationen

Ist Carr also beizupflichten, dass Informationstechnologie die Rolle einer Infrastruktur zukommt, sie also keine Wettbewerbsvorteile ermöglicht? Unsere Forschung zeigt, dass es auf die Perspektive ankommt. Wenn Seddon festhält: „[...] ERP Systems are an unlikely source of competitive advantage [...]“, führt er dies auch darauf zurück, dass nicht ersichtlich ist, dass ERP-Systeme Unternehmen in die Lage versetzen, Kunden Leistungen zu bieten, die sich signifikant von denen der Wettbewerber unterscheiden („It is not clear that ERP systems enable firms to offer value propositions [...] that differ significantly from their competitors.“ ([28])). Er gesteht ERP-Systemen aber zu, eine wichtige potenzielle Quelle operationaler Effektivität zu sein und Vorteile, wie z. B. überlegene Informationen, Produktivitäts- und Prozessverbesserungen zu ermöglichen („ERP [...] source of operational effectiveness. [...] benefits such as superior information, productivity improvements and process improvements [...]“ ([28])). Hierin liegt der besondere Blickwinkel. Wettbewerbsvorteile nehmen, abhängig vom Geschäftsmodell der Unternehmen und den Rahmenbedingungen, wie z. B. Wettbewerbsintensität, unterschiedliche Formen an. Eine Vielzahl von erfolgreichen Projekten zur Prozessverbesserung kann dazu führen, dass ein Unternehmen seine Marktposition erfolgreich verteidigt oder ausbaut. Das Resultat kann die Folge einer geplanten oder einer emergenten Strategie sein – und als Ergebnis die Kultur der Prozessexzellenz überhaupt erst schaffen, die dem Beobachter beim Blick auf das Gesamtunternehmen als zentrale Quelle von Wettbewerbsvorteilen erscheinen mag.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die formalen Kriterien für die Existenz von Wettbewerbsvorteilen in den untersuchten Fallstudien erfüllt werden, während sie nur in Ausnahmefällen als nachhaltig bezeichnet werden können. Gleichzeitig wird deutlich, dass der Fokus auf Wettbewerbsvorteile selbst nicht unproblematisch ist: Der Wettbewerbsvorteilsbegriff auch der vorherrschenden Theorien entzieht sich dem tiefen Verständnis, weil seine Taxonomie unscharf bleibt. Barney und Clark sind sich dieser Unschärfe bewusst. Zur Seltenheit von Ressourcen führen sie z. B. an: „How rare a [...] resource must be [...] is a difficult question.“ ([2]). So führt die Diskussion im Rahmen der Identifikation von nachhaltigen Wettbewerbsvorteilen in die Richtung der Unternehmenskultur als intangibles Gut ([2]), das die scharfen Kriterien der kausalen Ambiguität oder der sozialen Komplexität erfüllen kann. In diesem Verständnis jedoch entziehen sich Wettbewerbsvorteile wiederum einer ökonomischen Metrik zur Erklärung ihrer Entstehung. Wir untersuchen und messen dann weiter ihre Resultate, ohne jedoch ihre Existenz bewerten, verstehen und begründen zu können. Eine möglicherweise enger gefasste Taxonomie hätte den Vorteil, sich der Unschärfe und auch der Kontroverse zu entziehen.

Zum Abschluss seien einige Limitationen des Beitrags herausgehoben. Das Paper bedient sich zwar eines etablierten Ansatzes für die explorative Fallstudienforschung und kombiniert fünf verschiedene Forschungsansätze für die Analyse von 13 Fallstudien. Die Ergebnisse unterliegen demzufolge aber den üblichen Limitationen bei kleinen Stichproben, die keine allgemeingültigen Aussagen erlauben. Zur Bestätigung der identifizierten Muster muss die Stichprobe in künftigen Studien erhöht werden. Die Aussagen in diesem Paper wurden von den untersuchten Firmen freigegeben. Die Firmennamen dürfen daher explizit in wissenschaftlichen Publikationen genannt werden.

## 6 Literatur

- [1] Aral, S., & Weill, P. (2007): IT assets, organizational capabilities, and firm performance: how resource allocations and organizational differences explain performance variation. *Organization Science*, 18(5), 763-780.
- [2] Barney, J. B., & Clark, D. N. (2007): *Resource-based theory: creating and sustaining competitive advantage*. New York (NY): Oxford University Press.
- [3] Barua, A., Kriebel, C. H., & Mukhopadhyay, T. (1991): An economic analysis of strategic information technology investments. *MIS Quarterly*, 313-331.
- [4] Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (1996): Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science*, 541-558.
- [5] Carr, N. G. (2003): IT doesn't matter. *Harvard Business Review*, 81(May), 41-49.
- [6] Carr, N. G. (2004): *Does IT matter? Information technology and the corrosion of competitive advantage*. Boston (MA): Harvard Business School Press.
- [7] DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992): Information system success: the quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60-95.
- [8] Eisenhardt, K. M. (1989): Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- [9] Fallstudien der eXperience-Datenbank: <http://www.experience-online.ch>
- [10] Feeny, D. F., & Ives, B. (1990): In search of sustainability: reaping long-term advantage from investments in information technology. *Journal of Management Information Systems*, 7(1), 27-46.
- [11] Gonzalez, R., Gasco, R., & Llopis, J. (2006): Information systems outsourcing: A literature analysis. *Information & Management*, 43(7), 821-834.
- [12] Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995): Task-technology fit and individual performance. *MIS Quarterly*, 19(2), 213-236.
- [13] Kelle, U., & Kluge, S. (2010): *Vom Einzelfall zum Typus: Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung*. Wiesbaden: Vs Verlag; 2. Aufl., 2010.
- [14] Keen, P. (1991): *Shaping the future: business design through information technology*. Boston (MA): Harvard Business School Press.
- [15] King, W. R. (2004): Outsourcing and the future of IT. *Information Systems Management*, 21(4), 83-84.
- [16] Kishore, R., Rao, H. R., Nam, K., Rajagopalan, S., & Chaudhury, A. (2003): A relationship perspective on IT outsourcing. *Communications of the ACM*, 46(12), 87-92.
- [17] Leimstoll, U., Schubert, P., & Fisher, J. (2008): ICT outsourcing in the Swiss SME sector: conclusions and typical company clusters. *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS)*.
- [18] Loveman, G. W. (1994): An assessment of the productivity impact of information technologies. In: *Information Technology and the Corporation of the 1990s: Research Studies*. Cambridge (MA): MIT Press.

- [19] Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994): Qualitative data analysis. An expanded sourcebook. Thousand Oaks (CA): Sage Publications.
- [20] Moma (2011): Collection. Abgerufen von [http://www.moma.org/collection/browse\\_results.php?object\\_id=88035](http://www.moma.org/collection/browse_results.php?object_id=88035).
- [21] Peteraf, M. A. (1993): The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14(3), 179-191.
- [22] Piller, F., Schubert, P., Koch, M., & Möslin, K. (2005): Overcoming mass confusion: collaborative customer co-design in online communities. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 10(4).
- [23] Porter, M. (1985): Competitive advantage: creating and sustaining superior performance. New York (NY): Free Press.
- [24] Porter, M. (2001): Strategy and the internet. *Harvard Business Review*, 79(2), 63-78.
- [25] Porter, M., & Millar, V. (1985): How information gives you a competitive advantage. *Harvard Business Review*, July-August, 149-160.
- [26] Schubert, P., & Leimstoll, U. (2007): Importance and use of information technology in small and medium-sized companies, in: *Electronic Markets*, 17(1), 38-55.
- [27] Schubert, P., & Wölflé, R. (2007): The eXperience methodology for writing IS case studies, in: *Proceedings of the Thirteenth Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*.
- [28] Seddon, P. B. (2005): Are ERP systems a source of competitive advantage? *Strategic Change*, 14(5), 283-293.
- [29] Silvius, A. J. G. (2006): Does ROI matter? Insights into the true business value of IT. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 9(2), 93-104.
- [30] Weill, P., & Broadbent, M. (1998): Leveraging the new infrastructure: how market leaders capitalize on information technology. Boston (MA): Harvard Business School Press.
- [31] Wernerfelt, B. (1981): A resource based view of the corporation. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.





# Die Nutzungsintention als Prädiktor der realen Systemnutzung: eine quantitative Analyse

**Daniel B. Wilhelm**

blueend web:applications AG, 65185 Wiesbaden, E-Mail: daniel.wilhelm@blueend.com

**Susanne Strahnger**

TU Dresden, 01062 Dresden, E-Mail: susanne.strahnger@tu-dresden.de

**Stefan Smolnik**

EBS Business School, 65187 Wiesbaden, E-Mail: stefan.smolnik@ebs.edu

## Abstract

Systemnutzung stellt in der Nutzerakzeptanzforschung eine der wichtigsten abhängigen Variablen dar. In vielen Akzeptanzstudien ergeben sich jedoch Probleme bei ihrer Erhebung. Manche Forscher weichen daher auf eine Selbsteinschätzung der Nutzer bzgl. der Systemnutzung aus, d.h. sie messen diese nicht auf Basis einer objektiv bestimmbaren Größe. Andere beschränken sich in ihren Studien auf die Nutzungsintention als abhängige Variable anstelle der Systemnutzung und stützen sich dabei implizit auf die Annahme, dass Nutzungsintention ein geeigneter Prädiktor für Systemnutzung sei. Diese Annahme wird in diesem Beitrag auf Basis von Daten zweier Studien überprüft und bestätigt. Akzeptanzforschern kann daher empfohlen werden, mit Nutzungsintention als abhängiger Variable zu arbeiten. Ein Ausweichen auf die häufig kritisch bewertete Selbsteinschätzung scheint somit überflüssig.

## 1 Einleitung

Bei der Betrachtung der Nutzerakzeptanz von Informationssystemen (IS) stellt sich in der Praxis oft die Frage, welcher Indikator aussagekräftige Ergebnisse über die Akzeptanz eines IS liefert. In der englischsprachigen Literatur ist sowohl in konzeptionellen als auch empirischen Beiträgen [33] die tatsächliche *Systemnutzung* die meistverwendete Messgröße für die Akzeptanz einer Anwendung [9]. Die Systemnutzung findet einerseits Anwendung im sehr verbreiteten DeLone&McLean-Modell (D&M-Modell, [9]) als ein Einflussfaktor der Nutzerzufriedenheit und der individuellen Wirkung, andererseits im Rahmen des Technologie-Akzeptanz-Modells (TAM) als zentrale Erfolgsgröße für die Akzeptanz [5]. Burton-Jones [4] kritisiert gleichwohl das Fehlen einer einheitlichen anerkannten Definition des Konstrukts und findet im Rahmen einer Analyse von 48 IS-Beiträgen 14 verschiedene Formen der Systemnutzung [5].

Die Systemnutzung lässt sich in Bezug auf die Erhebungsform sowohl als objektive Messgröße, z. B. in Form von Log-Auswertungen oder technischen Messverfahren, als auch in selbstberichteten Nutzungswerten [6], bei welchen die Nutzer ihre Systemnutzung selbst angeben, ermitteln [3]. Ettema [11], Manfredo/Shelby [16], Straub/Limayen [23] und Barnett et al. [3] kommen zu dem Ergebnis, dass es sich bei beiden Formen um unterschiedliche Konstrukte handelt und ein Austausch daher nicht möglich ist. Trice/Treacy [27] heben ebenfalls hervor, dass selbstberichtete Werte nicht genau genug sind und das Ergebnis verfälschen können.

Dies wiederum hat zur Konsequenz, dass etliche Forscher Systemnutzung weder objektiv noch subjektiv ermitteln, sondern stattdessen mit einem Proxy arbeiten, d.h. mit einem Prädiktor für die tatsächliche Systemnutzung, und dabei unterstellen, dass dieser Prädiktor die Systemnutzung gut genug erklärt und letztere folglich verzichtbar wird. Aus der TAM-Forschung stammend wird typischerweise der Prädiktor Nutzungsintention herangezogen, annehmend, dass dieser die tatsächliche Nutzung prognostiziert [19].

Diese Vereinfachung haben viele Forscher bislang benutzt, ebenso auch einer der Verfasser dieses Beitrags bei der Erklärung der Nutzerakzeptanz webbasierter Anwendungen in [30]. In diesem Beitrag soll diese Vereinfachung einer kritischen Überprüfung unterzogen werden, indem der folgenden Forschungsfrage nachgegangen wird:

Ist Nutzungsintention ein geeigneter Prädiktor für reale Systemnutzung?

Dazu wird im folgenden Kapitel 2 zunächst die Relevanz der Nutzungsintention in der Akzeptanzforschung begründet und derjenige Modellausschnitt in Akzeptanzstudien näher untersucht, der von vielen Forschern zur Vereinfachung weggelassen wird. In Kapitel 3 wird die methodische Vorgehensweise zur Überprüfung der Zulässigkeit dieser Vereinfachung vorgestellt. Der unterstellte Effekt wird in verschiedenen Varianten und unter Berücksichtigung verschiedener Moderatoren in Kapitel 4 untersucht und in Kapitel 5 einer abschließenden Diskussion unterzogen.

## 2 Die Relevanz der Nutzungsintention in der Akzeptanzforschung

Die Systemnutzung wird in der IS-Literatur bevorzugt als abhängige Variable und Mittler für die Akzeptanz und den Erfolg verwendet, wobei in den meisten Studien wie oben dargestellt die Nutzungsintention als zentrale Messgröße verwendet wird. Dennoch befassen sich nur sehr wenige Studien mit der Überprüfung der Annahme, ob und in welcher Form die Nutzungsintention die tatsächliche Systemnutzung bestimmt. In der Regel findet nur eine Betrachtung der Nutzungsintention statt, oder die Systemnutzung wird in Form von selbstberichteten subjektiven Skalen erhoben.

Wie oben und im Folgenden dargestellt, wird letzteres stark kritisiert: So sehen Collopy [7], Payton/Brennan [17] und Straub/Burton-Jones [22] die Erhebung der Nutzung in Form von subjektiven Selbsteinschätzungen als problematisch an: „independent sources of data relevant to usage behaviors (computer logs, for example) are virtually the only way to avoid significant *common methods bias* in TAM studies. But this approach runs counter to the cumulative tradition which, to date, has largely measured usage through self-reports“ ([22], S. 225). Lee et al. [15] betrachten die Nutzung von subjektiven Nutzungsgrößen ebenfalls als die kritischste Einschränkung der gesamten TAM-Forschung.

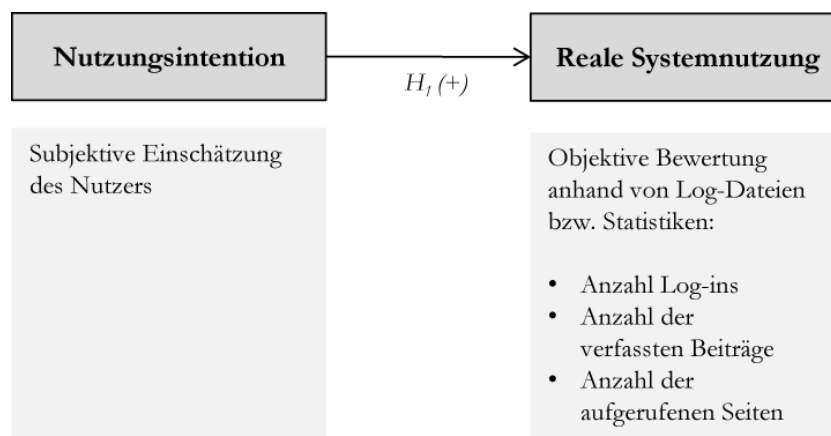
Dieser Kritik folgend muss die Nutzung entweder auf Basis objektiv messbarere Größen bestimmt oder sich auf die Nutzungsintention beschränkt werden. Die objektiv gemessene reale Systemnutzung wird von Forschern selten benutzt. Ursache hierfür könnte u.a. die erschwerte Beschaffung von validen Datensätzen im Rahmen der Forschung sein (z. B. aufgrund des Datenschutzes oder des fehlenden Zugriffs auf das entsprechende IS) [15]. Tabelle 1 zeigt durchaus, dass es eine Reihe von Studien gibt, die diesen Weg verfolgen (vgl. hierzu ebenfalls die Auflistung verschiedener Studien mit objektiven Messgrößen in [25], S. 149).

Unabh. Variable	Messgröße	Quelle	Unterstützt
Anerkennung des Systems	Anzahl der Anfragen	[24]	Ja
Einstellung gegenüber Nutzung	Anzahl abgerufener Berichte	[19]	Nein
Verschiedene Einstellungsdimensionen	Anzahl bearbeiteter Einträge	[18]	Ja
Erwartungen vor Systemeinführung	Anzahl der Nutzungssessions, durchschnittliche Verbindungszeit	[12]	Ja
Eingebrachte Ideen während Designphase	Anzahl der getätigten Abfragen	[14]	Ja
u. a. Qualität des Ergebnisses, Format des Ergebnisses, Unterstützung bei der Problemlösung, Einfachheit der Eingabe, Systemstabilität	Dauer der Nutzung, Nutzungsfrequenz	[21]	Teilweise
u.a. Alter, Bildung, Training, Systemqualität, Beklemmnis	Nutzungsfrequenz, Nutzungsdauer	[13]	Teilweise
u.a. Vergnügen, Lernzielunterstützung, Selbstwirksamkeitserwartung	Frequenz der Nutzung	[32]	Ja
Intention	Dauer der Nutzung	[28]	Ja

**Tabelle 1: Studien mit objektiven Messgrößen für die Systemnutzung**

Die bei vielen Forschern favorisierte Lösung besteht jedoch darin, sich auf die Nutzungsintention als abhängige Variable zu beschränken und von der Annahme auszugehen, dass die Nutzungsintention die tatsächliche Nutzung bestimmt. Die Überprüfung dieser Annahme ist essentiell, denn erst die reale Nutzung und nicht nur die Formung einer Nutzungsintention hat eine positive Auswirkung auf die Unternehmensperformance. Der Nachweis einer positiven Wirkungsbeziehung von realer Systemnutzung und Unternehmensperformance findet sich u.a. in [10].

Zur Absicherung dieser gängigen Vorgehensweise ist es notwendig, den Zusammenhang der Nutzungsintention und der unabhängig davon ermittelten realen Systemnutzung zu untersuchen. Für die Überprüfung dieses Zusammenhangs findet ein stark vereinfachtes, auf diese beiden Faktoren reduziertes Modell Anwendung (siehe Bild 1). Es gilt die Hypothese  $H_1$  „Die Intention des Nutzers, das System zu nutzen, beeinflusst die tatsächliche Systemnutzung positiv“ zu überprüfen.



**Bild 1:** Modell zur Vorhersage der realen Systemnutzung mithilfe der Nutzungsintention

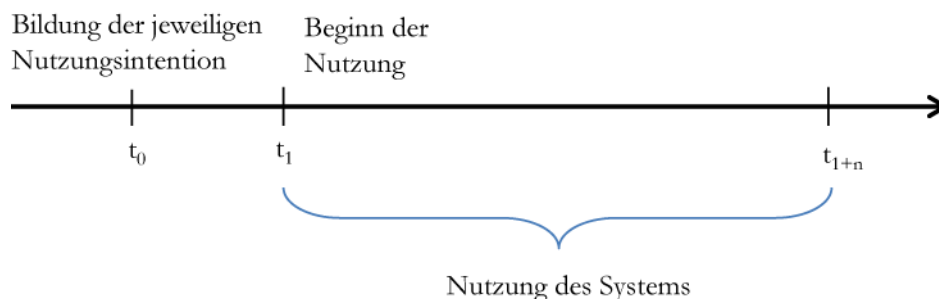
### 3 Methodisches Vorgehen

Zur Überprüfung der Hypothese  $H_1$  wird auf Daten aus zwei Studien zurückgegriffen, die neben einer dritten für die Validierung eines umfassenden Akzeptanzmodells für web-basierten Anwendungen durchgeführt wurden. Die Studien werden in [31] vorgestellt. Auch dort wurde das oben beschriebene Vorgehen, sich auf die Nutzungsintention zu beschränken, angewandt. Im Fall von zwei IS, einem universitären Intranet-Portal (IS1) und einem Branchen-Community-Portal (IS2), konnten neben den von den Nutzern mithilfe des Fragebogens ermittelten Selbsteinschätzungen für die Konstrukte des Gesamtmodells zusätzlich objektive Log-Dateien und Statistiken für eine weitergehende Analyse des realen Nutzungsverhaltens gewonnen werden. Da die Befragten einer Nutzung ihrer technischen Nutzungsdaten explizit zustimmen mussten, sind die Stichprobengrößen mit  $n = 268$  (IS1) bzw.  $n = 95$  (IS2) für die Untersuchung der hier in diesem Beitrag interessierenden Hypothese  $H_1$  kleiner als in [31][30].<sup>1</sup> Zudem ist anzumerken, dass die Systemnutzung bei den beiden untersuchten IS – abhängig von den jeweils verfügbaren Systemprotokollen – durch unterschiedliche Metriken erfasst wurde:

- Anzahl der Log-ins des Nutzers (IS1 und IS2)
- Anzahl verfasster Beiträge im Forum (IS1)
- Anzahl aufgerufener Webseiten (IS2)

<sup>1</sup> Zu weiteren Informationen die Auswahl und Beschreibung der Systeme betreffend bzw. zur Operationalisierung der Variablen Intention, die im Gesamtmodell als abhängige Variable benutzt wird, siehe [30].

Neben den unterschiedlichen Ausprägungen der Nutzung spielt die zeitliche Abfolge zwischen der Bildung der Verhaltensintention und dem eigentlichen Verhalten eine wichtige Rolle (siehe Bild 2). Die Nutzer wurden zum Zeitpunkt  $t_0$  zu ihrer zukünftigen Nutzungsintention des jeweiligen IS befragt, womit gemäß den Anforderungen des Korrespondenzprinzips von [2] eine Betrachtung des zeitlich korrespondierenden Verhaltens zum nachfolgenden Zeitpunkt zwischen  $t_1$  und  $t_{1+n}$  notwendig ist. Es ist somit den Anforderungen Rechnung getragen worden, dass das korrespondierende Verhalten sowohl in Zeitpunkt, Verhalten (Nutzung des Systems), Ziel (das jeweilige System) sowie Kontext mit der Intention übereinstimmt (vgl. [2], S. 182–183). Der genaue Beginn des durch die Intention bestimmten Verhaltens als auch dessen Ende kann a priori nicht festgelegt werden, so dass eine Betrachtung von unterschiedlichen Zeitspannen erfolgt. Alle Zeitspannen beginnen am letzten Tag der Nutzerbefragung, womit sichergestellt wird, dass das Verhalten auf jeden Fall zeitlich betrachtet auf die Intention folgt und die Aktivitäten des Nutzers als Reaktion auf den jeweils versendeten Fragebogen keine Berücksichtigung finden.

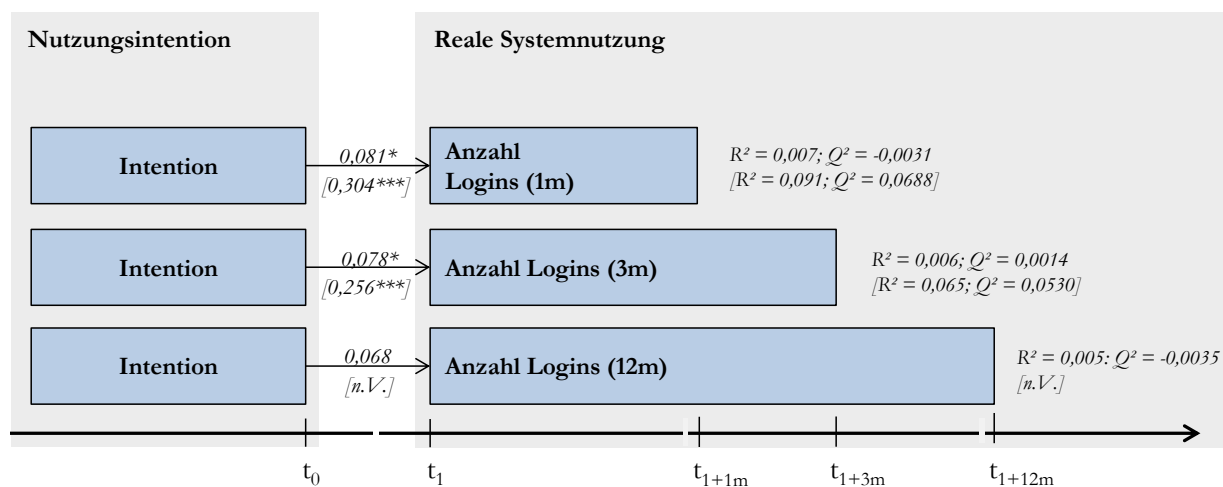


**Bild 2:** Zeitlicher Ablauf der Intentionsbildung und des eigentlichen Verhaltens

Bei der Erhebung zu IS1 stehen die Daten jeweils für den Zeitraum von ein, drei und zwölf Monaten nach der Fragebogenerhebung zur Verfügung, während für IS2 nur die Zeiträume von ein und drei Monaten verfügbar sind. Die jeweiligen Werte wurden aus den Log-Daten extrahiert und den Antwortdatensätzen mithilfe eines anonymisierten Schlüssels zugeordnet. Da bei den im Fragebogeninstrument verwendeten Likert-Skalen die Nutzungsintention mit sinkendem Skalenwert steigt, wurden die Skalen für die Nutzungsdaten entsprechend invertiert. Abschließend wurden die resultierenden Daten in smartPLS analysiert. Als Messmodell für die Intention wurde jeweils das im Kontext der erwähnten umfänglichen Akzeptanzstudien validierte Modell verwendet (siehe [30]), wobei für IS1 ein als unzuverlässig eingestuft Indikator Int3 entfernt wurde. Trotz des Entfernens dieses Indikators weist Intention in der Erhebung zu IS1 nur einen sehr geringen Wert für Cronbachs Alpha von  $\alpha = 0,4175$  auf. Die restlichen Gütekriterien hingegen liegen oberhalb der definierten Grenzwerte: u. a. AVE=0,589, Composite Reliability=0,713. Es findet nachfolgend daher nur eine Prüfung der Gütekriterien des Strukturgleichungsmodells statt. Die Gütekriterien der Effektstärke  $f^2$  als auch des relativen Stone-Geisser-Kriteriums  $q^2$  finden in dem einfachen Modell keine Anwendung, da es jeweils nur eine unabhängige latente Variable gibt.

## 4 Ergebnisse der empirischen Untersuchungen

### 4.1 Anzahl der Log-ins (IS1 und IS2)

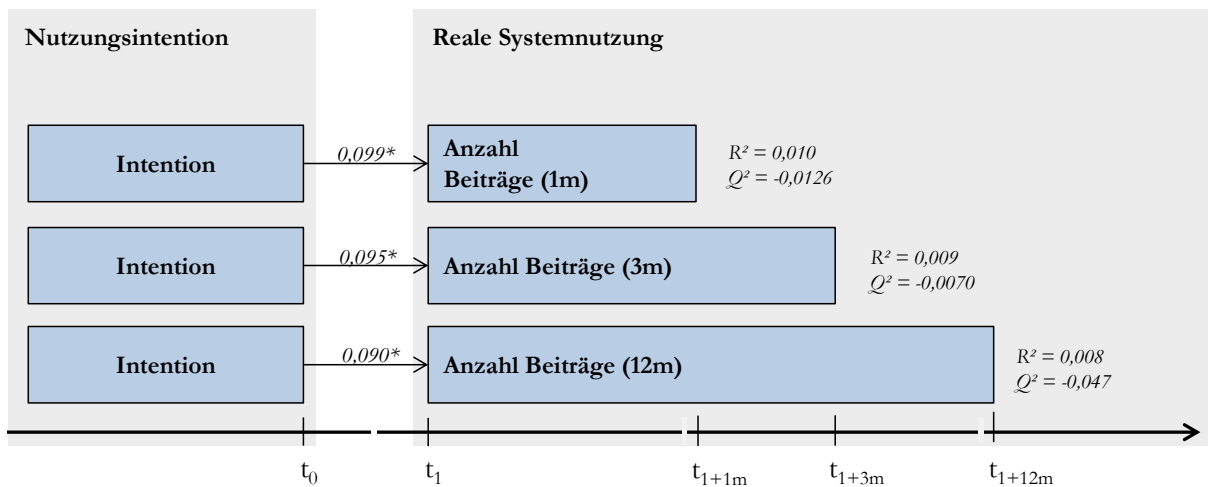


Werte in eckigen Klammern: IS2, ansonsten IS1; Standardisierte Werte; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  (einseitig)

**Bild 3: Geschätztes Pfadmodell der smartPLS-Analyse**

Zuerst findet eine Betrachtung der Log-ins als Messgröße für die Systemnutzung statt (siehe Bild 3). Die Wirkungsbeziehungen der Intention auf die Anzahl der Log-ins innerhalb des ersten Monats nach der Umfrage sind sowohl bei IS1 ( $p < 0,05$ ) als auch bei IS2 ( $p < 0,001$ ) signifikant. Die Anzahl der Log-ins innerhalb der ersten drei Monate nach der Umfrage hingegen zeigen sich nur bei IS2 als höchst signifikant ( $p < 0,001$ ) durch die Intention beeinflusst. Auch der Einfluss der Intention auf die Anzahl der Log-ins innerhalb von zwölf Monaten ist im Fall von IS1 nicht signifikant bzw. bei IS2 nicht verfügbar. Während die Pfadkoeffizienten bei der IS1-Erhebung mit Werten zwischen  $\gamma_{12m} = 0,068$  und  $\gamma_{1m} = 0,081$  sehr gering sind, zeigt die Untersuchung bei IS2 sehr gute Werte mit  $\gamma_{1m} = 0,302$  und  $\gamma_{3m} = 0,255$ , womit ein nennenswerter positiver Zusammenhang aufgezeigt wird. In allen Fällen zeigt das abhängige Konstrukt der Anzahl an Log-ins jedoch nur ein sehr schwaches Bestimmtheitsmaß mit Werten von  $R^2 < 0,1$ , womit selbst im besten Fall nur maximal 9,1% der Varianz der realen Systemnutzung in Form der Anzahl an Log-ins durch die Intention erklärt werden können. Auch bei der Betrachtung der Prognoserelevanz  $Q^2$  zeigt sich nur in einem Fall ein Wert  $> 0$  (IS2: Anzahl Log-ins nach drei Monaten), womit den anderen Konstrukten keinerlei Relevanz für die Prognosefähigkeit zugesprochen werden kann und somit eine Betrachtung der Mittelwerte eine bessere Prognosegenauigkeit bieten würde ([29], S. 258). Insgesamt betrachtet zeigt bei den Log-ins nur der kurze Zeitraum von ein und drei Monaten in beiden Fällen eine signifikante Abhängigkeit von der Nutzungsintention.

## 4.2 Anzahl der verfassten Beiträge (IS1)

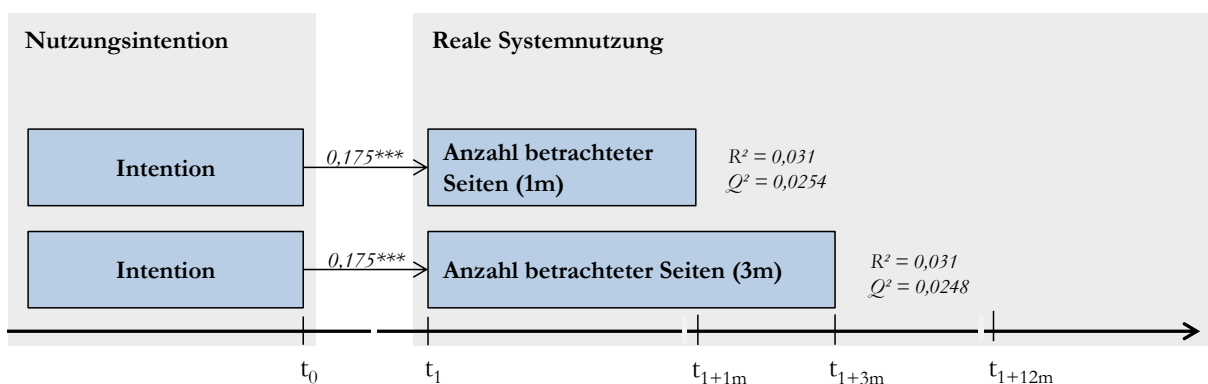


IS1; Standardisierte Werte; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  (einseitig)

**Bild 4:** Geschätztes Pfadmodell der smartPLS-Analyse

Bei IS1 konnte als zweite Metrik die Anzahl der im betrachteten Zeitraum verfassten Beiträge im Forum erhoben werden. In allen betrachteten Zeiträumen zeigte die Intention (siehe Bild 4) einen signifikanten ( $p < 0,05$ ,  $GK_{3,3}$ ), wenn auch schwachen ( $\gamma_{1m} = 0,099$  bis  $\gamma_{12m} = 0,090$ ) Einfluss auf die Systemnutzung in Form der verfassten Beiträge. Der Pfadkoeffizient wie auch die erklärte Varianz der realen Systemnutzung nimmt mit zunehmender Zeitspanne konstant ab ( $R^2_{1m} = 0,010$ ,  $R^2_{3m} = 0,09$ ,  $R^2_{12m} = 0,08$ ), womit die Annahme gestärkt wird, dass das durch eine Intention zu bestimmende Verhalten damit zeitlich übereinstimmen muss. Die Intention, das System in Zukunft weiter zu nutzen, beeinflusst die reale Nutzung somit in naher Zukunft (ein Monat) stärker als in ferner Zukunft (zwölf Monate). Es bleibt jedoch festzustellen, dass sämtliche  $Q^2$ -Werte negativ sind, womit keine Prognoserelevanz der Intention für die verfassten Beiträge festgestellt werden kann.

## 4.3 Anzahl der besuchten Seiten (IS2)

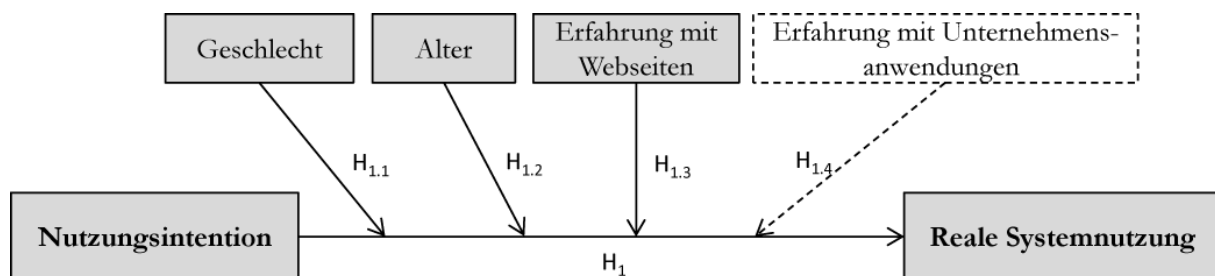


IS2; Standardisierte Werte; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  (einseitig)

**Bild 5:** Geschätztes Pfadmodell der smartPLS-Analyse

Abschließend soll der Einfluss der Intention auf die Anzahl der betrachteten Seiten als Indikator für die Systemnutzung beleuchtet werden (siehe Bild 5). Dabei weisen beide Zeiträume (ein Monat und drei Monate) einen höchst signifikanten Wirkungszusammenhang auf und können die Varianz der abhängigen Variable zu 3,1% erklären ( $R_{1m}^2 = 0,031$ ,  $R_{3m}^2 = 0,031$ ). Die Pfadkoeffizienten sind mit einem Wert von  $\gamma_{1m;3m} = 0,175$  nur knapp unterhalb des als „bedeutsam“ betrachteten Werts von 0,2. Als wichtigstes Gütekriterium für ein prognoseorientiertes Modell reflektiert in diesem Fall das Stone-Geisser-Kriterium mit positiven Werten von  $Q_{1m}^2 = 0,0254$  und  $Q_{3m}^2 = 0,0254$  eine Prognoserelevanz. Es wird somit die Hypothese bestätigt, dass die Intention einen signifikanten Einfluss auf die reale Systemnutzung in Form der betrachteten Seiten darstellt und diese im Rahmen des aufgezeigten linearen Wirkungsmodells vorhersagen kann.

#### 4.4 Interaktionseffekte von Alter, Geschlecht und Erfahrung



**Bild 6:** Hypothesen der Interaktionseffekte

Zusätzlich wurde eine Betrachtung von Interaktionseffekten auf Basis der vier Moderatoren Geschlecht ( $H_{1.1}$ ), Alter ( $H_{1.2}$ ) und Erfahrung mit Webseiten ( $H_{1.3}$ ) sowie Erfahrung mit Unternehmensanwendungen ( $H_{1.4}$ ) auf die Wirkungsbeziehung der Nutzungsintention auf die reale Systemnutzung durchgeführt (siehe Bild 6).

Bei der Betrachtung von Moderationseffekten auf Basis der Daten von IS1 wird die Wirkung der Intention auf die *Anzahl der Log-ins* statistisch signifikant von Geschlecht ( $H_{1.1}$ ), Alter ( $H_{1.2}$ ) und der Erfahrung mit Webseiten ( $H_{1.3}$ ) im Zeitraum von ein und drei Monaten beeinflusst. Die Erfahrung mit Webseiten zeigt dabei als einziger Moderator einen positiven Effekt auf, womit der Einfluss der Intention auf die reale Systemnutzung mit zunehmender Erfahrung mit Webseiten steigt, während sie mit steigendem Alter abnimmt. Insgesamt sind alle genannten Interaktionen bei IS1 als sehr schwach mit Pfadkoeffizienten  $\gamma < 0,2$  einzustufen. Für den Pfad der Intention zu der Anzahl verfasster Beiträge lassen sich zwei schwache Moderatoren identifizieren: Alter ( $H_{1.2}$ , ein Monat,  $p < 0,01$ ,  $\gamma = -0,088$ ) sowie Geschlecht ( $H_{1.1}$ , zwölf Monate,  $p < 0,05$ ,  $\gamma = -0,086$ ).

Bei IS2 hingegen haben Alter, Geschlecht und Erfahrung keinerlei Einfluss auf die *Anzahl der Log-ins*. Maßgeblich ( $\gamma > 0,2$ ) hat hier jedoch das Alter ( $H_{1.2}$ , ein und drei Monate,  $p < 0,05$ ,  $\gamma = 0,224$ ) und die Erfahrung mit Webseiten ( $H_{1.3}$ , ein und drei Monate,  $p < 0,01$ ,  $\gamma = 0,309$ ) Einfluss auf die Wirkung der Nutzungsintention auf die reale Systemnutzung in Form der *Anzahl der aufgerufenen Seiten*. Folglich nimmt bei gleichbleibender Intention, die Anwendung zu nutzen, die reale Nutzung des Systems, im Sinne betrachteter Seiten, sowohl mit dem Alter als auch mit wachsender Erfahrung im Umgang mit Webseiten zu (vgl. Meta-Studie von [8]). Hierbei ist denkbar, dass Nutzer mit höherer Erfahrung im Umgang mit



Webseiten eine bessere Fähigkeit der Selbsteinschätzung in Bezug auf ihre Nutzungsintention (vgl. [26]) bzw. eine höhere wahrgenommene Verhaltenskontrolle besitzen (vgl. [1]). Interessant ist ebenfalls die Tatsache, dass bei IS1 mit steigendem Alter der Wirkungszusammenhang abnimmt. Grund hierfür mögen externe Faktoren (z.B. mangelnde Zeit) sein, welche der realen Nutzung des Systems im Sinne der geformten persönlichen Nutzungsintention entgegenwirken. Wird die *Anzahl der Log-ins* als Indikator für die reale Systemnutzung betrachtet, so sind keine signifikanten Moderationseffekte zu identifizieren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass insbesondere die Erfahrung mit der anzuwendenden Technologie  $H_{1,3}$  die Stärke der Korrelation zwischen der selbstberichteten Nutzungsintention und der späteren realen Nutzung positiv beeinflusst. Im Fall der geschlossenen Community (IS1) trifft dies auf die Messgröße der *Anzahl an Log-ins* zu, während bei der öffentlichen Community (IS2) die *Anzahl aufgerufener Seiten* moderiert wird. Das Alter  $H_{1,2}$  ist ebenso ein signifikanter Moderator, wirkt jedoch in beiden Erhebungen gegensätzlich. Das Geschlecht  $H_{1,1}$  ist zwar in einer der beiden Erhebungen auch ein signifikanter Moderator, jedoch nur sehr schwach, was einer weiteren Untersuchung bedarf.

## 5 Abschließende Würdigung der Erkenntnisse

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Nutzungsintention einen Einfluss auf die reale Systemnutzung zeigt. Bei IS2 konnte die *Anzahl der Log-ins* besser durch die Intention erklärt werden ( $R^2_{1m} = 0,091$ ) als die *Anzahl der aufgerufenen Seiten* ( $R^2_{1m,3m} = 0,031$ ), wohingegen letztere einen stärkeren Pfadkoeffizienten aufwiesen. Die aktive Nutzung des IS1 in Form der *Anzahl verfasster Beiträge* zeigte ebenfalls in allen betrachteten Zeiträumen eine signifikante Beeinflussung durch die Nutzungsintention und weist im direkten Vergleich mit der *Anzahl an Log-ins* eine bessere Erklärung durch die Intention auf, wobei die Pfadkoeffizienten der IS1-Untersuchung unterhalb des üblicherweise als „bedeutsam“ betrachteten Wertes von 0,2 lagen. Dieses Ergebnis unterstützt die Qualität der Intention als Erfolgsgröße für die Art der hier untersuchten IS, denn erst die aktive Nutzung, u.a. in Form der Generierung von Beiträgen und Inhalten, trägt zum langfristigen Erfolg einer webbasierten Anwendung bei.

In beiden betrachteten Fällen konnte die Intention gemäß dem Korrespondenzprinzip die unmittelbare reale Systemnutzung (ein Monat) besser erklären (höherer Pfadkoeffizient und höhere erklärte Varianz) als die Langzeitnutzung (drei und zwölf Monate). Bei beiden IS handelt es sich um freiwillig genutzte Systeme, so dass die Nutzungsintention als Mittler für die darauffolgende, reale Systemnutzung als valide angesehen werden kann ([25], S. 153). Eine Übertragung auf andere Systemkategorien sollte nicht ohne entsprechende Untersuchungen erfolgen, insbesondere nicht auf klassische Unternehmensanwendungen wie ERP-Systeme, die typischerweise keiner freiwilligen Nutzung unterliegen.

Die Studie von [26] vermochte einen wesentlich größeren Teil der Varianz der realen Systemnutzung zu erklären ( $R^2 = 0,34$ ), wobei erwähnt werden muss, dass im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit die reale Nutzung durch Fragebögen erhoben wurde und es sich somit nicht um eine objektive Messgröße wie in der vorliegende Studie handelt (vgl. [23]). Venkatesh et al. [28] konnten ebenfalls einen höheren Anteil der Varianz ( $R^2 = 0,35$  bis  $0,39$ ) der realen Systemnutzung – objektiv gemessen als Dauer der Nutzung – in ihrer Studie erklären, wobei die genaue Wertermittlung nicht näher beschrieben wird. Ein möglicher Grund für die im Vergleich sehr niedrige erklärte Varianz in der vorliegenden Studie könnte die Tatsache sein,

dass in dieser Arbeit die Nutzungsintention ohne festen Zeitraum erhoben wurde, während Venkatesh et al. [28] den Zeitraum der zukünftigen Nutzung in ihrer Operationalisierung begrenzten und somit eine bessere zeitliche Übereinstimmung der erhobenen Nutzungsintention und des realen Verhaltens erreichten. Gegebenenfalls ist die Nutzungsdauer als abhängige Variable auch ein besserer Indikator für die Nutzungsintensität als die hier betrachteten Messgrößen der Nutzungsfrequenz, was durch die ebenfalls sehr geringe erklärte Varianz in der Studie von Ying/Hwang [32] unterstützt wird.

Aus theoretischer Sicht ist das Erreichen hoher  $R^2$ -Werte zudem nicht notwendig für diese Untersuchung, denn es geht in erster Linie darum festzustellen, dass eine positive Korrelation (Pfadkoeffizient) vorliegt und somit eine hohe Nutzungsintention zu einer verstärkten Nutzung führt. Eine möglichst hohe Anpassungsgüte ( $R^2$ ) der linearen Regression wie auch Prognoserelevanz ( $Q^2$ ) erscheint auch aufgrund der unterschiedlichen Skalen mit dem betrachteten Messaufbau nicht erreichbar. Während es sich bei der unabhängigen Variable um eine 7-Punkt-Intervallskala mit entsprechend geringer Varianz handelt, ist die abhängige Variable eine Ratioskala mit wesentlich höherer Varianz, wodurch es per definitionem zu einer eingeschränkten Anpassungsgüte kommt. Ähnlich ist die Selbsteinschätzung ohne Bezug zu definierten Richtgrößen einzuschätzen. Es ist anzunehmen, dass eine hohe Intention zur Nutzung für den einen Nutzer eine monatliche Nutzung des Systems bedeutet, während sie für einen anderen Nutzer einer täglichen Nutzung gleichkommt, womit ebenfalls die Anpassungsgüte reduziert wird.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass insbesondere die indirekte Erfahrung mit der spezifischen Technologie, in diesem Fall Webseiten, wie auch das Alter positiv auf den Zusammenhang zwischen der Nutzungsintention und der eigentlichen Nutzung wirken. Dieses Erkenntnis schränkt die Prognosefähigkeit des TAM-Konstrukts Intention teilweise ein, denn für neue Technologien ist die Erfahrung mit diesen vorab sehr gering, womit die Intention nur einen geringen Einfluss auf die spätere reale Nutzung hat. Es ist daher notwendig, die Erfahrung mit der jeweiligen Technologie mit zu erheben, um die Aussagekraft der erhobenen Nutzungsintention für die reale Nutzung bewerten zu können.

Zusammenfassend konnte mit der hier vorgestellten Studie gezeigt werden, dass Nutzungsintention durchaus als geeigneter Prädiktor für reale Nutzung betrachtet werden kann, insbesondere in Abhängigkeit davon, was unter realer Nutzung zu verstehen ist. Akzeptanzforscher, die ähnliche Systemkategorien untersuchen, können sich damit zukünftig auf die Ergebnisse dieses Beitrags stützend – wie eingangs argumentiert – auf die Erklärung von Nutzungsintention beschränken, wenn tatsächliche Nutzungsdaten nicht oder nur eingeschränkt erhoben werden können. Ein Rückgriff auf subjektiv berichtete Nutzungsdaten der Befragten selbst sollte daher nicht mehr als Alternative erwogen werden.

## 6 Literatur

- [1] Ajzen, I; Fishbein, M; Heilbroner, RL (1980): Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior. Englewood Cliffs.
- [2] Ajzen, I (2005): Attitudes, Personality and Behavior. New York.
- [3] Barnett, T; Kellermanns, FW; Pearson, AW; Pearson, RA (2006): Measuring Information System Usage: Replication and Extensions. *Journal of Computer Information Systems* 47(2):76-85.
- [4] Burton-Jones, A (2005): New Perspectives on the System Usage Construct. Dissertation. Georgia State University, Atlanta, GA, USA.
- [5] Burton-Jones, A; Straub Jr., D (2006): Reconceptualizing System Usage: An Approach and Empirical Test. *Information Systems Research* 17(3):228-246.
- [6] Cheung, W; Chang, MK; Lai, VS (2000): Prediction of Internet and World Wide Web usage at work: a test of an extended Triandis model. *Decision Support Systems* 30(1):83-100.
- [7] Collopy, F (1996): Biases in retrospective self-reports of time use: An empirical study of computer users. *Management Science* 42(5):758.
- [8] Cooke, R; Sheeran, P (2004): Moderation of cognition-intention and cognition behaviour relations: A meta-analysis of properties of variables from the theory of planned behaviour. *British Journal of Social Psychology* 43(2):159-186.
- [9] DeLone, WH; McLean, ER (1992): Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research* 3(1):60-95.
- [10] Devaraj, S; Kohli, R (2003): Performance Impacts of Information Technology: Is Actual Usage the Missing Link? *Management Science* 49(3):273-289.
- [11] Ettema, J.S (1985): Explaining Information System Use with System-Monitored vs. Self-Reported Use Measures. *Public Opinion Quarterly* 49(3):381-387.
- [12] Ginzberg, MJ (1981): Early Diagnosis of MIS Implementation Failure: Promising Results and Unanswered Questions. *Management Science* 27(4):459-478.
- [13] Igbaria, M; Pavri, FN; Huff, SL (1989): Microcomputer applications: An empirical look at usage. *Information & Management* 16(4):187-196.
- [14] King, W; Rodriguez, JI (1981): Participative Design of Strategic Decision Support Systems: An Empirical Assessment. *Management Science* 27(6):717-726.
- [15] Lee, Y; Kozar, KA; Larsen, KRT (2003): The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Communications of the AIS* 2003 (12):752-780.
- [16] Manfredo, MJ; Shelby, B (1988): The Effect of Using Self-Report Measures in Tests of Attitude-Behavior Relationships. *Journal of Social Psychology* 128(6):731-744.
- [17] Payton, FC; Brennan, PF (1999): How a Community Health Information Network is Really Used. *Communications of the ACM* 42(12):85-89.
- [18] Robey, D (1979): User Attitudes and Management Information System Use. *Academy of Management Journal* 22(3):527-538.

- [19] Jeroen, S; Wetzels, M (2007): A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. *Information & Management* 44(1):90-103.
- [20] Schewe, CD (1976): The Management Information System User: An Exploratory Behavioral Analysis. *Academy of Management Journal* 19(4):577-590.
- [21] Srinivasan, A (1985): Alternative Measures of System Effectiveness: Associations and Implications. *MIS Quarterly* 9(3):243-253.
- [22] Straub, DW; Burton-Jones, A (2007): Veni, Vidi, Vici: Breaking the TAM Logjam. *Journal of the Association for Information Systems* 8(4):223-229.
- [23] Straub, DW; Limayen, M (1995): Measuring System Usage: Implications for IS Theory Testing. *Management Science* 41(8):1328-1343.
- [24] Swanson, EB (1974): Management Information Systems: Appreciation and Involvement. *Management Science* 21(2):178-188.
- [25] Szajna, B (1993): Determining information system usage: Some issues and examples. *Information & Management* 25(3):147-154.
- [26] Taylor, S; Todd, PA (1995): Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research* 6(2):144-176.
- [27] Trice, AW; Treacy, ME (1988): Utilization as a dependent variable in MIS research. *ACM SIGMIS Database* 19(3-4):33-41.
- [28] Venkatesh, V; Morris, MG; Davis, GB; Davis, FD (2003): User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly* 27(3):425-478.
- [29] Weiber, R; Mülhhaus, D (2010): *Strukturgleichungsmodellierung: Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS*. Berlin.
- [30] Wilhelm, DB (2010): Pre-Test eines Modells zur Erklärung der Nutzerakzeptanz von web-basierten „sozialen“ Unternehmensanwendungen. In: Meißner, K; Engelen, M (Hrsg.), *Virtual Enterprises, Communities & Social Networks*, GeNeMe '10, TUDpress, Dresden:203-214.
- [31] Wilhelm, DB (2011): Nutzerakzeptanz von webbasierten Anwendungen – Entwicklung und Validierung eines Modells zur Akzeptanzmessung und Identifikation von Verbesserungspotentialen, Dissertation, European Business School.
- [32] Yi, MY; Hwang, Y (2003): Predicting the use of web-based information systems: self-efficacy, enjoyment, learning goal orientation, and the technology acceptance model: Zhang and Dillon Special Issue on HCI and MIS. *International Journal of Human-Computer Studies* 59(4):431-449.
- [33] Zmud, RW (1979): Individual Differences and MIS Success: A Review of the Empirical Literature. *Management Science* 25(10):966-979.

# **Akzeptanz von Projektmanagement-Software: Modellentwicklung auf Basis einer qualitativen Studie**

**Kristin Vogelsang**

Universität Osnabrück, Institut für Organisation und Wirtschaftsinformatik,  
49074 Osnabrück, E-Mail: Kristin.Vogelsang@uos.de

**Nina Claus**

Universität Osnabrück, Institut für Organisation und Wirtschaftsinformatik,  
49074 Osnabrück, E-Mail: Nina.Claus@uos.de

## **Abstract**

Projektmanagement-Software (PMS) hat sich zu einem wichtigen Instrument für die Unterstützung der Steuerung und Planung von Projekten entwickelt. Allerdings zeigt sich, dass nach der Einführung der Softwareprodukte diese oft nicht richtig und effektiv eingesetzt werden können. In der hier vorgestellten qualitativen Studie wurden Faktoren erhoben, welche die Akzeptanz von PMS innerhalb einer Organisation beeinflussen. Auf Basis der Studienergebnisse wird anschließend ein Akzeptanzmodell für PMS entwickelt.

## **1 Einleitung**

Projektarbeit in Unternehmen ist heute kein Ausnahmefall mehr. Der Einsatz einschlägiger Softwareprodukte zur Unterstützung von Projektmanagement-Prozessen ist mittlerweile mehr als 75% aller Projekte üblich [34]. In der Praxis zeigt sich aber auch die Problematik, dass fast ein Drittel aller PMS-Einführungen scheitern [25]. Aufgrund der Komplexität der Projektprozesse ergibt sich, dass eine PMS nur dann sinnvoll und effizient eingesetzt werden kann, wenn sie auch durchgängig von allen relevanten Nutzern akzeptiert, d.h. bedient und mit Daten versorgt wird.

Seit den 80er Jahren befassen sich Wissenschaftler mit dem Thema Software-Akzeptanz. Der Fokus der weitgehend anglo-amerikanischen Untersuchungen liegt auf den Eigenschaften und Empfindungen des Anwenders [1]. Seltener werden der Einfluss der eingesetzten Software und des Anwendungsbereichs untersucht [6, 17]. Viele Akzeptanzmodelle sind für generische Softwareprodukte entwickelt worden, welche über eine weite Verbreitung inhaltsgleicher Installationen verfügen [21]. Die Bildung von Faktoren der Akzeptanz wurde in bisherigen Forschungsansätzen meist deduktiv vorgenommen und nicht aus der Situation

heraus entwickelt. Kaum ein Ansatz greift zudem die Natur von PMS in seiner ganzen Komplexität auf [3]. Daraus ergibt sich die Forschungsfrage, welche Faktoren der Akzeptanz von PMS sich induktiv mit den tatsächlichen Anwendern identifizieren und in den Akzeptanzforschungskontext einordnen lassen.

Zur Schließung dieser Forschungslücke soll die mit Fachexperten aus der Praxis durchgeführte qualitative Studie und die darauf basierende Entwicklung eines Akzeptanzmodells für PMS beitragen.

## **2 Grundlagen**

### **2.1 Eigenschaften der Projektmanagement-Software**

Aufgrund der heutigen Komplexität des Projektmanagements (PM) sorgt PMS unter anderem für die notwendige Transparenz, die Informationsversorgung und die Koordination von Ressourcen. PMS ist ein komplexes Management-Tool, welches den gesamten Projektlebenszyklus der Planung, Koordination und Führung von Projekten begleitet [26]. Der Anwenderkreis erstreckt sich von Teammitgliedern, Projektleitern bis hin zu Programm- und Portfoliomanagern, der Geschäftsleitung und externen Personen [34]. Eine typische Eigenschaft von PMS ist, dass sie von diversen, sehr unterschiedlichen Anwendergruppen mit einem gemeinsamen Hauptziel verwendet wird. PMS verbindet einfache Dateneingabe mit komplexen Berechnungen und Auswertungsverfahren [25].

### **2.2 Theoretischer Rahmen zur Akzeptanzforschung**

Das Forschungsgebiet der Softwareakzeptanz beschäftigt sich mit der Identifikation der Faktoren, welche die Nutzung der Software beeinflussen. Neben Rogers Theory of Diffusion [27] wurden Modelle wie die Theory of Reasoned Action (TRA) [13] sowie die Theory of Planned Behavior (TPB) [2] entwickelt und ausgebaut [9, 20, 31]. Parallel dazu entwickelten sich im deutschsprachigen Raum eigenständige Modelle [10].

Das Technology Acceptance Model (TAM) nach Davis [9] gilt als der bekannteste Ansatz zur Erklärung der Softwareakzeptanz. Es besagt, dass die Absicht eine Software zu nutzen von den Annahmen über die wahrgenommene Nützlichkeit (Perceived Usefulness (PU)) und der Einfachheit der Nutzung (Perceived Ease of Use (PEU)) gesteuert wird. In den letzten Jahrzehnten wurden Modifikationen vorgenommen, um die Genauigkeit des Modells bezüglich der Vorhersagen von Verhalten zu erhöhen. Dazu wurden die Kerndeterminanten der Softwarenutzung PU und PEU detailliert expliziert. Es entstanden Modelle wie das TAM2 [30], welches verstärkt einen Arbeitskontext in das Modell einbrachte. Das im Jahr 2008 formulierte TAM3 [31] versucht die verschiedenen Elemente wie persönliche und soziale Determinanten und Bedingungen, die sich aus dem Arbeitskontext ergeben, zu integrieren.

Insgesamt sind die vergangenen Jahre der Akzeptanzforschung dadurch gekennzeichnet, bestehende Modelle empirisch zu prüfen und zu erweitern [5, 15, 19, 29, 32]. Die ursprüngliche quantitative Methodik wurde kaum in Frage gestellt.

### 3 Datenerhebung und Analyse

Zur Erhebung der Akzeptanzfaktoren von PMS und zur Ableitung von Handlungsempfehlungen wurde ein qualitatives Forschungsvorgehen mittels semi-strukturierter Experteninterviews gewählt. Dieses Vorgehen ermöglicht es, in den oben genannten Akzeptanzmodellen bisher unberücksichtigt gebliebene Faktoren zu identifizieren. Der Interviewleitfaden wurde nach einer systematischen Voranalyse der Literatur in den Bereiche PMS, PM und Softwareakzeptanz entwickelt. Diese gut dokumentierte und auf empirischen Ergebnissen basierende Methode zur Ableitung von Einflussfaktoren auf PMS-Akzeptanz schließt sich den Forderungen der Forschungsgemeinschaft nach größerer Praxisrelevanz an [28].

Es wurden in einem Zeitraum von zehn Wochen 14 Interviews geführt. Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte auf Basis ihrer Qualifikation. Insgesamt wurden sechs Mitarbeiter von PM-Softwareherstellern, fünf Anwender und drei Fachexperten aus dem Bereich des PM und des PM-Softwareconsultings befragt. Zwei der Befragten waren weiblichen Geschlechts.

Die Befragten wurden gebeten einen ihnen bekannten Einführungsprozess einer PMS und den weiteren Verlauf der Akzeptanz zu schildern. Abschließend sollten sie die für sie wichtigsten Faktoren der Akzeptanz unterteilt in die Elementarbereiche Individuum, Software und Unternehmen benennen.

Die Auswertung der Interviews erfolgte gemäß dem Vorgehen der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [24]. Die Mitschnitte der Interviews wurden zunächst vollständig transkribiert. Anschließend wurden die Aussagen der Interviews extrahiert und soweit zusammengefasst, dass ihre Kernaussagen in Paraphrasen überführt werden konnten. Diese wurden einem akzeptanztheoriegeleiteten Kategoriensystem zugeordnet. Im weiteren Verlauf der Auswertung wurden die Kategorien anhand von Kodierregeln beschrieben und voneinander abgegrenzt. Nach erneuter Sichtung des Materials und Revision der Kategorien wurden die Textpassagen, die nicht den bisherigen Kategorien zugeordnet werden konnten, nun neuen, eigenen Kategorien zugeordnet. Durch wiederholtes Durchlaufen einiger Schritte wurde eine einheitliche Struktur für die Kategorien, Kodierregeln und Paraphrasen in den Interviews geschaffen. Die definierten Kategorien lassen sich den drei Elementen von Informationssystemen [18] zuordnen: Eigenschaften der Software, Eigenschaften des Anwenders und Eigenschaften der Organisation (in diesem Zusammenhang PM-Organisation). Die Zuordnung der Paraphrasen zu den Kategorien wurde durch einen unabhängigen, im Kategoriensystem geschulten Forscher validiert, dessen Ergebnisse zu über 90% mit der ursprünglichen Zuordnung übereinstimmten.

In der letzten Phase der Ergebnisaufbereitung wurden die Kategorien quantitativ erfasst und inhaltlich bewertet. Das Kriterium zu der inhaltlichen Gewichtung (Relevanz) ist die Nennung, beziehungsweise die Art der Nennung. Insgesamt konnten vier Bewertungstypen festgestellt werden: Ablehnung (-1), Nichtnennung (0), Nennung (1) und Nennung mit Vermerk auf Relevanz (2). Die jeweils in Klammern hinten angestellte Zahl entspricht dem Bewertungsindex mit dem die Nennungen in die Betrachtung mit einbezogen wurden.

Es konnten in den 14 Interviews 396 Aussagen zur PMS-Akzeptanz extrahiert werden. Daraus wurden 35 verschiedene Akzeptanzkategorien gebildet, aus denen in einem vergleichenden Verfahren die signifikanten Faktoren zur weiteren Bearbeitung gewählt wurden.

Zur Erhöhung der Validität wurden fünf verschiedene Kriterien erhoben (siehe Tabelle 1). Sofern eine Kategorie mindestens den auf ganze Zahlen gerundeten Wert des 80%-Quantils des jeweiligen Bewertungskriteriums erreicht, gilt das Kriterium als erfüllt.

Kriterium	Oberhalb d. 80%-Quantils
Wert (mind.)	21
Nennungen (mind.)	18
In X Interviews von 14 (mind.)	10
Ausschließungen (max.)	01
Betonungen (mind.)	05
Anzahl erfüllter Kriterien	04

**Tabelle 1: Kriterien zur Übernahme der Kategorien in das Faktorensystem**

Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die ausgewählten Kategorien, ihre Ausprägungen und ihre Kriterienerfüllung, welche gemäß der Anzahl der erreichten Kriterien Eingang in das Faktorensystem finden.

Kategorie	Wert	Nennungen	Ausschließung	Betonung	In X Interviews	Anz. erf. Kriterien
Adaptability	47	38	1	11	13	5
Training	44	39	0	5	14	5
PM-Experience	42	39	1	5	10	5
PEU	39	30	1	11	11	5
Job Relevance	27	20	0	7	12	5
PU	26	21	0	5	10	5
Task Support	24	22	0	2	11	4

**Tabelle 2: Kategorien mit mindestens vier erfüllten Kriterien**

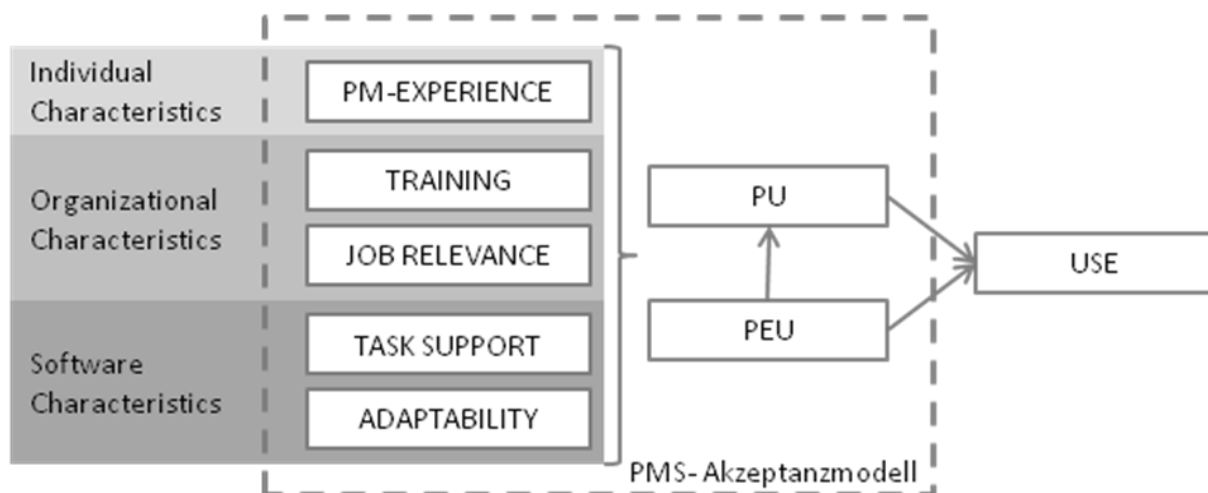
Dieses methodische Vorgehen bringt Vorteile mit sich. Der Dialog mit den Fachexperten stellt sicher, dass die Aussagen richtig verstanden werden. Der explorative Charakter des Vorgehens erlaubt es, modellunabhängig Kategorien zu bilden und zu prüfen. Zudem können aus den Aussagen der Experten Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Trotz der genannten Vorteile ist dieses Vorgehen nicht absolut frei von Fehlerquellen. Selbst bei sorgfältiger Herangehensweise lassen sich Fehlinterpretationen der auswertenden Personen nicht vollständig ausschließen.

### 3.1 Akzeptanzmodell für Projektmanagement-Software

Bild 1 zeigt das auf Basis der qualitativen Studie entwickelte Modell zur Akzeptanz von PMS. Es stellt die Faktoren der PMS-Akzeptanz in ihrer Zugehörigkeit zu den Elementen eines Informationssystems dar. Zielgröße und Indikator für die Akzeptanz ist die Nutzung (Use). Dieser Ansatz folgt Kollmann [23], welcher die Akzeptanz als Nutzung während und nach dem Einführungszeitraum betrachtet.





**Bild 1: Akzeptanzmodell für Projektmanagement-Software**

Die beiden Kernfaktoren des TAM (PEU und PU) konnten in der Erhebung bestätigt werden. Sie werden auch in diesem Modell als Prädiktoren der Akzeptanz verstanden. Die zusätzlich genannten Faktoren stellen Explikationen der PEU und PU dar. Sie sind die bestätigten Kategorien, die Eingang in das Faktorensystem gefunden haben. Über die Zusammenhänge und Wirkungsweisen der Faktoren untereinander lässt sich an dieser Stelle der Untersuchung noch keine abschließende Aussage treffen. Die qualitative Studie wird daher im weiteren Forschungsverlauf durch eine quantitative Untersuchung ergänzt.

### 3.2 Perceived Usefulness

Die PU geht zurück auf Ergebnisse der Motivationsforschung [33]. Die PU ist elementarer Bestandteil des TAM und seinen heute gültigen Erweiterungen [31]. Dieser Faktor wird ursprünglich definiert als: „*The degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance*” [8]. Der Faktor wurde in zehn Interviews genannt und fünf Mal explizit betont. Er wurde nicht ausgeschlossen. Die Interviewpartner wiesen deutlich darauf hin wie wichtig es ist, dass die Anwendung und der Nutzen des Einsatzes der Software von den Anwendern verstanden werden. Die Aussage 11\_18 zeigt exemplarisch die Bedeutung des Faktors:

Nr.	Aussage	Paraphrase
11_18	Böse! Ganz böse. Wenn man dann nicht weiß zu welchem Zweck so ein Ding unterwegs ist und was es mir selber nutzt. Das ist ganz ganz wichtig was es dem Unternehmen nutzt sonst geht man da nie freiwillig dran.	Nutzen verstehen und erklären

**Tabelle 3: Aussage zur Perceived Usefulness aus der qualitativen Studie**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Anwender die Software als nützlich einstuft wenn er erkennt, welchen direkten und indirekten Nutzen die Software für ihn und seine Arbeit hat.

### 3.3 Perceived Ease of Use

Die PEU gilt als direkte Determinante der PU. Zudem existieren empirische Belege für den unmittelbaren Zusammenhang zwischen der PEU und der Intention, ein System zu nutzen [30, 31]. Die PEU misst, ob die Software als leicht und einfach zu bedienen wahrgenommen wird. Dies impliziert zwei Wirkungsweisen der PEU. Zum einen hat sie direkten Einfluss auf die Anwendung einer Software. Zum anderen wirkt sie auf die Wahrnehmung der Güte der Software im Arbeitskontext, also auf die PU. Ein wichtiger Prädiktor ist daher die Erfahrung [30]. Dabei kann Erfahrung aus dem Umgang mit Software resultieren [6], aber auch aus Erfahrung in der Arbeitssituation. Im Modell dieser Arbeit wird dieser zweite Bereich durch die PM-Experience abgedeckt, während sich der Faktor Softwareerfahrung nicht bestätigte.

Nr.	Aussage	Paraphrase
04_08	Aber es ist für mich auch wichtig ganz doll Wert auf die Oberflächengestaltung zu legen. [...] und eine Software die schnell gelernt werden will, muss, ob sie will oder nicht, sich irgendwie da an diese Standards halten, also nicht nur an PM-Standards sondern auch an die Standards der Oberflächengestaltung.	Intuitive Bedienbarkeit
06_25	Die Software als solche muss natürlich auch leicht oder intuitiv nutzbar sein.	Intuitive Bedienbarkeit

**Tabelle 4: Aussagen zur Perceived Ease of Use aus der qualitativen Studie**

Das Konstrukt der PEU wird auch von den Ergebnissen der PMS-Forschung getragen [16]. Die wichtigsten in der Forschung identifizierten Faktoren bei der erfolgreichen Nutzung einer PMS sind Einfachheit der Bedienung und schnelle Nutzbarkeit der Systeme. Dies deckt sich mit den Aussagen der Interviews zur PEU. Dort wird deutlich herausgestellt, dass die Anwender eine leicht zu verstehende Oberfläche wünschen, d.h., dass die Anwendung einen gewissen Wiedererkennungswert im Design (Aussage 04\_08) oder einen intuitiven Aufbau und selbsterklärende Funktionalitäten (Aussage 06\_25) hat.

### 3.4 Adaptability

Adaptability als Eigenschaft der Software spielt bisher in der Akzeptanzforschung keine besondere Rolle. Jedoch gilt in der Erfolgsfaktorenforschung Adaptability als Explikation der System Quality [11]. Sie ist äquivalent zu dem Konstrukt der Flexibility [14]. Beide Konstrukte beschreiben die Anpassbarkeit der Softwareoberfläche und ihren flexiblen Einsatz, jedoch fehlt ihnen der Prozess- und Aufgabenbezug.

Adaptability im PMS-Kontext bedeutet, dass Menüstrukturen und Funktionen passend zum jeweiligen Aufgabenfeld und entsprechend der Prozesse ausgerichtet sind. Adaptability wurde in 13 Interviews insgesamt 38 Mal genannt. Exemplarisch sind einige Aussagen mit den abgeleiteten Paraphrasen in der folgenden Tabelle angeführt:

Nr.	Aussage	Paraphrase
01_13	Entscheidend ist, dass die Funktionen an der richtigen Stelle sind.	Funktion an der richtigen Stelle
07_29	Instrumentell: Das eine ist, ich rate oft Herstellern zu einem Expertenmodus und einem Einsteigermodus. Also ich installiere so eine Software und habe bei einigen Systemen gleich die ganze Front der Funktionalität vor mir. Jemand will eigentlich nur den Einstieg schaffen.	Nur Funktionen bereitstellen, die gebraucht werden
02_19	Und es gibt immer mal Punkte wo man sagt, o.k. der Standard bietet uns nicht das was wir brauchen. Wir brauchen hier irgendwelche Zusatzfunktionalitäten und die sollten dann auch gecustomized werden. Wenn es wirklich wesentliche Funktionen sind, die die Leute geradezu zwingen etwas in Excel zu machen, dann sollte das in der Software drin sein.	Customizen; Funktionen die gebraucht werden
06_20	Individuum: an der Stelle ist ganz wichtig, findet sich der Anwender sowohl in seinem Aufgabenfeld als auch in seinen Vorstellungen in dieser Software wieder. Das heißt, wenn es um die Planung von Projekten geht und ich bin ein Projektleiter, dann will ich natürlich, dass die Sachen, die ich für meine Projekte brauche auch immer drin sind. Das sie auch abgebildet und ausgewertet werden können. Das heißt die Software muss das grundsätzlich hergeben.	Prozesse abbilden

**Tabelle 5: Auszüge zur Adaptability aus der qualitativen Studie**

Den Befragten ist vor allem die Prozessunterstützung (Aussage 06\_20) wichtig. Der optische Aufbau der Software sollte weniger einer Logik nach Funktionsbereichen, als dem Ablauf im jeweiligen Prozess folgen. Dies sollte vom Anwender möglichst selbst einzurichten sein. Wichtig ist, dass die Oberfläche auf den jeweiligen Nutzer anpassbar ist. Dazu gehört auch, dass nicht benötigte Funktionen ausgeblendet werden können.

### 3.5 Task Support

Der Faktor Task Support stellt den fachlichen Bezug zwischen der Software und der Aufgabe dar. Wenn die Software nicht zur Erfüllung der Aufgabe geeignet ist, so wird die Akzeptanz gegenüber der Software gering sein. Goodhue [17] postuliert diese Annahmen in seinem Task-Technology-Fit Modell, welches auch Eingang in spätere Modelle gefunden hat.

Nr.	Aussage	Paraphrase
04_32	Don'ts sind für mich das über zu dimensionieren. Mehr zu wollen aus der Software als der Laden kann, so zu sagen. Also zu hohen Detaillierungsgrad von den Anwendern zu verlangen in dem sie planen wollen. Einen zu großen Sprung in der Methodik zu verlangen. Nach dem Motto wir haben es bisher noch nicht so gemacht aber jetzt kommt die Software jetzt machen wir alles anders. Wir schulen euch auch nicht darin und führen die Methodik nicht ein.	Tatsächliche Arbeit unterstützen
14_04	Die Software muss dem Anwender Unterstützung anbieten und nicht andersherum.	Anwender unterstützen

**Tabelle 6: Aussagen zur Task Support aus der qualitativen Studie**

In elf Interviews wird die Unterstützung der Aufgaben des Projektmanagements als relevanter Faktor der Akzeptanz eingestuft. Die Daten und Ergebnisse der PMS müssen die Eigenschaft besitzen, direkt verwendet werden zu können. Die PMS unterstützt die Arbeit der Mitarbeiter und wird damit als Erleichterung wahrgenommen. Anders als die Adaptability, welche die Anpassung der Softwareoberfläche an die Prozesse fokussiert, richtet sich der Faktor Task Support auf die inhaltliche Eignung die Aufgaben zu erfüllen. Dabei ist es den Antwortenden besonders wichtig herauszustellen, dass die Software an die Anforderungen angepasst werden sollte (Aussage 14\_04) und nicht die Aufgaben den Angeboten der Software (Aussage 04\_32).

### 3.6 Job Relevance

Der Faktor Job Relevance (JR) ist dem TAM2 entnommen und wird in dem entwickelten Akzeptanzmodell für PMS auf Basis der Interviews an den PM-spezifischen Kontext angepasst. Im TAM2 wird die JR als Konstrukt des kognitiven Akzeptanzprozesses [30] verstanden. Die JR besagt, dass, wenn die Verwendung der Software als wichtig im Arbeitsalltag empfunden wird, sie auch die persönliche Erfolgserwartung steigert. Da der Anwender die Anforderungen kennt und diese mit der Software abdecken kann, wird er eine positive Erfolgserwartung entwickeln. Es muss jedoch auch ein Konsens über die Bedeutung der Softwareunterstützung über die eigene Arbeitssituation hinaus herrschen. In Aussage 02\_25 wird dies wie folgt ausgedrückt:

Nr.	Aussage	Paraphrase
02_25	Die Ergebnisse müssen innerhalb der Software eingefordert werden, also sprich kein Excel sondern innerhalb der Software und es muss ganz klar vom Management gefordert werden, dass dieses System genutzt wird	Ergebnisse einfordern

**Tabelle 7: Aussage zur Job Relevance aus der qualitativen Studie**

In 12 von 14 Interviews wird JR als Akzeptanzfaktor genannt. Besonders Hersteller bewerten die JR als sehr wichtigen Einflussfaktor auf die Akzeptanz. JR wurde von keinem der Beteiligten ausgeschlossen. JR im Kontext der PMS bedeutet, dass die Software den tatsächlichen Arbeitsanfall im Projekt abdeckt. Dies kann vom Benutzer nur wahrgenommen werden, wenn die Ergebnisse aus der Software (z.B. Zeitrückmeldungen, Urlaubspläne, Statusmeldungen) auch tatsächlich für das weitere Projekt genutzt werden. Dies setzt voraus, dass eine Einigung darüber besteht, bestimmte Ergebnisse innerhalb der Software zu pflegen und auch dort einzufordern. Höhere Managementebenen sind für die Einhaltung der durchgängigen Nutzung der Software verantwortlich.

### 3.7 Training

Im Bereich der Akzeptanzliteratur wird Training nur in aufgabenorientierten Untersuchungen expliziert. In manchen Untersuchungen vermischt sich dieser Ansatz mit den Faktoren aus dem Bereich der unternehmensbezogenen Faktoren wie Facilitating Conditions [5]. Diese sollen das Wissen der Anwender um die Unterstützung durch das Unternehmen darstellen. Training wird in diesen Untersuchungen nicht explizit genannt [5, 32]. Kohnke und Müller [22]

weisen in ihrer Studie zur Akzeptanz von Standardsoftware für den Faktor Training einen Einfluss auf PEU und Perceived Behavioral Control nach. Venkatesh [31] führt an, dass Training durchaus positiv auf die Akzeptanz wirken kann.

In der Studie wurde Training als einziger Faktor von allen Beteiligten und insgesamt 39 Mal genannt. Der Begriff des Trainings ist breit gefasst. Neben Training vor der Verwendung der Software oder während des Einführungsprozesses wird auch späteres Training, d.h. nach der Einführung, von den Befragten als wichtig erachtet. Ein Einstiegstraining wird jedoch nur als Erfolg versprechend eingestuft, wenn die Mitarbeiter über Methodenkenntnisse und ein gemeinsames Verständnis bezüglich der PM-Prozesse und Aufgaben verfügen. Nachdem die Mitarbeiter im PM und der Anwendung geschult wurden, empfehlen die Befragten weitere Coachings nach Bedarf, z.B. zum Erlernen weiterer Funktionen oder zum Kennenlernen der Funktionen aus Updates. Zudem unterscheiden die Antwortenden stark zwischen Standardtrainings und fallbasierten Trainings mit Echtdateien. Die folgende Tabelle zeigt exemplarisch zwei Aussagen zum Training aus den Interviews:

Nr.	Aussage	Paraphrase
02_14	Training ist einer der ganz wesentlichen Erfolgsfaktoren bei so einer Software.	Schulungen durchführen
13_08	Mir hat zum Beispiel geholfen, dass meine Kollegen und meine Vorgängerin alle Funktionen beherrscht hat. Also man muss es gezeigt bekommen, das ist wichtig. Wenn man sich komplett allein in ein neues System einarbeiten muss das geht nicht bei der Komplexität der Software-Produkte im PM-Bereich sich das selber zu erarbeiten.	Schulungen durchführen

**Tabelle 8: Aussagen zum Training aus der qualitativen Studie**

Training kann daher als potenzieller Erfolgsfaktor der Akzeptanz angesehen werden. Es ist zu erwarten, dass es zu einer besseren Handhabung der Software durch gesteigerte PEU und damit zu einer erhöhten allgemeinen Akzeptanz der Anwendung führt.

### 3.8 PM-Experience

Die Fähigkeit des Anwenders mit der Software umzugehen, wird im Modell weitgehend von der Erfahrung im PM (PM-Experience) bestimmt. D.h. je mehr Erfahrungen der Nutzer in seiner Arbeit - in diesem Fall also PM - hat, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Software auch zukünftig angewendet wird.

Nr.	Aussage	Paraphrase
01_22	Individuell. Da ist es wichtig, dass ich PM mache, im PM ausgebildet bin und das Gefühl habe Projektmanager zu sein. Nach dem Motto: a fool with a tool, ... wenn ich keine Ahnung von PM habe, gehe ich auch nicht an die Software heran. Also zählt die Einstellung zu PM selbst.	Erfahrungen im PM
14_03	Unbedingt ist das [PM-Kenntnis] wichtig. Das ist auch einer der Erfolgsfaktoren schlechthin.	Erfahrungen im PM

**Tabelle 9: Aussagen zur PM-Experience aus der qualitativen Studie**

Durch Erfahrungen ist der Anwender befähigt, seine Aufgaben richtig einzuschätzen und die Verwendung der Software abzuwägen. Zusätzlich führt die Einigung über einen einheitlichen PM-Rahmen zu einem einheitlichen Sprach- und Aktionsradius, sowohl zwischen den Menschen als auch zwischen Mensch und Technik. Unsicherheiten bezüglich der Aufgabenerfüllung und damit der Softwareverwendung werden reduziert [7, 12]. Diese Ergebnisse werden gestützt durch das Phänomen der Perceived Behavioral Control. Gemäß den Untersuchungen von Bandura [4] wurde aufgezeigt, dass das Verhalten der Individuen stark vom Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten abhängt.

## 4 Diskussion und Zusammenfassung

Die in diesem Artikel vorgestellte qualitative Studie ist als ein Teilprozess innerhalb der Klärung einer komplexen Forschungsfrage anzusehen. Im nächsten Schritt werden die vorgestellten Akzeptanzfaktoren in eine quantitative Studie überführt. Mittels der in der Akzeptanzforschung üblichen quantitativen Methoden werden die Faktoren getestet. Ergänzend dazu werden Anwender in offenen Fragen über ihre Zufriedenheit mit der Softwareunterstützung und der Unterstützung durch ihre Unternehmen befragt.

Die bisherigen Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Die Faktoren PU und PEU behalten auch im PMS-Kontext ihre Relevanz. Auffallend ist, dass die in anderen Modellen definierten sozialen Faktoren, wie Image oder Subjective Norm im PMS-Kontext zurücktreten. Sie werden vom einheitlichen Fachverständnis überdeckt [30]. Faktoren der Selbstwirksamkeitserwartung spielen im vorliegenden Modell keine besondere Rolle. Dies lässt sich mit der Verpflichtung zur PMS-Anwendung erklären. In der Studie wurde die Freiwilligkeit der Nutzung weitgehend ausgeschlossen. Bemerkenswert ist, dass keines der bestehenden anerkannten Akzeptanzmodelle vollständig auf den Bereich der PMS zu übertragen ist. Ansätze aus dem TAM2, die sich mit der Arbeitsumgebung befassen, werden noch am stärksten getragen.

Die Akzeptanz von PMS hängt von den drei Komponenten Individuum, Organisation und Software ab. Innerhalb dieses Ordnungsrahmens können Faktoren identifiziert werden, welche die Akzeptanz der Anwendung von PMS erklären können. Für diese Bereiche lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten, welche an dieser Stelle nur kurz wiedergegeben werden können:

Die Befragten empfehlen einen hohen kommunikativen Austausch zwischen Anwendern und dem Management. Die Geschäftsleitung sollte den Anwendern verdeutlichen, zu welchem Zweck die Daten, welche mit der PMS erhoben werden, genutzt werden. Dies schafft eine Vertrauenskultur. Zudem sollten jederzeit Schulungen und Trainings möglich sein.

Von den Softwareherstellern erwarten die Befragten eine flexible Software, welche durch Rollenkonzepte und anpassbare Menüstrukturen die Aufgaben im Projekt widerspiegelt. Die Einhaltung von Sprachstandards und die Bereitschaft, fallbezogene Schulungen durchzuführen, können zu einer erhöhten Akzeptanz beitragen.

Für Anwender ist es wichtig, dass zur Anwendung einer PMS auch die Kenntnis von PM-Methoden notwendig ist. Es ist dementsprechend auch nur sinnvoll eine PMS einzuführen, wenn PM im Unternehmen beherrscht wird.

Qualitative Studien im Bereich der Akzeptanzforschung bieten Potenzial für umfassende Interpretationen. Beispielsweise ermöglichen sie es, Handlungsempfehlungen zu formulieren. Werden die im qualitativen Verfahren erhobenen Faktoren im quantitativen Verfahren bestätigt, so ist dies als Beitrag zur Erforschung der Methodik der Akzeptanzforschung zu sehen.

## 5 Literatur

- [1] Ajzen, I (1991): The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50(2):179-211.
- [2] Ajzen, I (1985): From intentions to actions: A theory of planned behavior. In: J. Kuhi \& J. Beckmann (Hrsg) *Action control: From cognition to behavior*. Springer, Heidelberg.
- [3] Ali, ASB; Money WH (2005): A Study of Project Management System Acceptance. *Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii.
- [4] Bandura, A; Adams N, E. (1977): Analysis of Self-Efficacy Theory of Behavioral Change. *Cognitive Therapy and Research* 1(4):287-310.
- [5] Brown, SA; Dennis, AR, Venkatesh V (2010): Predicting Collaboration Technology Use: Integrating Technology Adoption and Collaboration Research. *Journal of Management Information Systems* 27(2):9-53.
- [6] Bürg, O (2005): Akzeptanz von E-Learning in Unternehmen: die Bedeutung von institutionellen Rahmenbedingungen, Merkmalen des Individuums und Merkmalen der Lernumgebung für die Akzeptanz von E-Learning. LMU München.
- [7] Carlson, JR; Zmud, RW (1999): Channel Expansion Theory and the Experiential Nature of Media Richness Perceptions. *The Academy of Management Journal* 42(2):153-170.
- [8] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3):319-340.
- [9] Davis, FD; Bagozzi, RP, Warshaw PR (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of two theoretical models. *Management Science* 35(8):982-1003.
- [10] Degenhardt, W (1986): Akzeptanzforschung zu Bildschirmtext: Methoden und Ergebnisse. Reinhard Fischer, München.
- [11] DeLone, WH; McLean ER (2003): The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems* 19(4):9-30.
- [12] DeSanctis, G; Poole MS (1994): Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptive Structuration Theory. *Organization Science* 5(2):121-147.
- [13] Fishbein, M; Ajzen, I (1975): Belief, Attitude, Intention and Behavior – An Introduction to Theory and Research. Addison-Wesley Pub. Co.
- [14] Gable, GG; Sedera, D; Chan, T (2008): Re-conceptualizing information system success: The IS-impact measurement model. *Journal of the Association for Information Systems* 9(7):377-408.
- [15] Gefen, D; Karahanna, E; Straub, D (2003): Trust and TAM in online shopping: an integrated model. *MIS Quarterly* 27(1):51-90.

- [16] GmbH mC (2002): Wie erfolgreich unterstützen Software-Tools das Projektmanagement? – Eine Befragung von IT-Projektleitern. Berlin, m2Consulting.
- [17] Goodhue DL, Thompson RL (1995): Task-Technology Fit and Individual Performance. *MIS Quarterly* 19(2):213-236.
- [18] Heinrich, LJ; Burgholzer, P (1994): Systemplanung. Oldenbourg, München.
- [19] Karahanna, E; Agarwal, R; Angst, CM (2006): Reconceptualizing compatibility beliefs in technology acceptance. *MIS Quarterly* 30(4):781-804.
- [20] King, WR; He J (2006): A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information Management* 43(6):740-755.
- [21] Kohnke, O. & Müller, K., (2009). Modellbasierte Evaluation der Anwenderakzeptanz von Standardsoftware. In: Wandke, H., Kain, S. & Struve, D. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2009: Grenzenlos frei!?*. München: Oldenbourg Verlag.
- [22] Kollmann, T (1998): Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme: Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasystemen, Gabler, Wiesbaden.
- [23] Mayring, P (2010): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz, Weinheim u.a.
- [24] Meyer, MM (2005): Stand und Trend von Softwareunterstützung für Projektmanagement-Aufgaben - Zwischenbericht zu den Ergebnissen einer Befragung von Projektmanagement-Experten. Bremen: Universität Bremen.
- [25] Project Management Institute (2010): A guide to the project management body of knowledge: (PMBOK® guide), Newtown Square.
- [26] Rogers, EM (2003): Diffusion of Innovations. 5. Auflage, Free Press, New York.
- [27] Straub, Jr. DW; Burton-Jones, A (2007): Veni, Vidi, Vici: Breaking the TAM Logjam. *Journal of the Association for Information Systems* 8(4):224-229.
- [28] Venkatesh, V (2000): Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research* 11(4):342-365.
- [29] Venkatesh, V; Davis, FD (2000): A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science* 46(2):186-204.
- [30] Venkatesh, V; Bala, H (2008): Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39(2):273-315.
- [31] Venkatesh, V; Brown, SA, Maruping LM, Bala H (2008): Predicting different conceptualizations of System Use: The competing Roles of Behavioral Intention, Facilitating Conditions and Behavioral Expectation. *MIS Quarterly* 32(3):483-503.
- [32] Vroom, VH (1964): Work and Motivation. Wiley, New York.
- [33] White; D; Fortune, J (2002): Current practice in project management – an empirical study. *International Journal of Project Management* 20(1):1-11.
- [34] Wixom, BH; Todd, PA (2005): A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance. *Information Systems Research* 16(1):85-102.



# How to Evaluate the Practical Relevance of Business Process Compliance Checking Approaches?

**Jörg Becker, Mathias Eggert, Sebastian Schwittay**

University of Muenster, European Research Center for Information Systems (ERCIS),  
Leonardo-Campus 3, 48149 Muenster, Germany,  
E-Mail: {becker|mathias.eggert}@ercis.uni-muenster.de

## Abstract

To comply with legal regulations becomes a more and more challenging task for companies of all industry sectors. In particular business processes have to comply with legal requirements. Its checking and control lead to tedious tasks for compliance managers. In order to reduce the compliance management effort special checking approaches have been developed that enable an automatic check of processes regarding their compliance with laws and regulations. Until now, these approaches appear in research but lack in practical evaluation. To close this gap an evaluation method based on the technology acceptance model and focus group sessions as well as its application is presented in this paper.

## 1 Introduction

After a period of deregulation, in the light of the financial crisis, the level of regulation in the financial industry increased steadily. For example, German financial institutions are now legally required to prevent all kinds of indictable actions that can compromise the assets of the institute [42]. With new regulatory requirements and related controls, the already high level of pressure on organizations to comply grows further. In a recent study by PricewaterhouseCoopers [28] the role of regulatory requirements as major cost driver of the industry was confirmed.

Due to industrialization efforts within the last years Business Process Management (BPM) gained significant attention in firms of all business sectors. Compliance of these business processes to regulations, laws and other external or internal norms is of great importance. Compliance violations caused by non-compliant business processes can damage the reputation of organizations, have legal consequences and endanger the survival of the organization [32]. All activities to ensure the compliance of processes are defined as Business Process Compliance Management (BPCM). One major resource to reach compliant business processes are process models [9]. However BPCM is costly due to two reasons. First, organizational process landscapes (i.e. the set of business processes an organization uses) are large and complex requiring many resources to analyze them manually. Second

compliance rules related to this landscape can change frequently depending on the regulatory environment. In order to reduce costs for compliance management and to improve its efficiency, automated process compliance checking approaches were conceptualized in literature in recent years [e.g. 17; 23]. Examples are the detection of patterns such as “Activity A must be executed before activity B begins” or the check of adequate separation of duties. To practically evaluate these approaches and to identify weaknesses can be a valuable input for researchers and facilitate incremental improvement cycles for them according to design science research [27]. Based on an Action Research [2] approach this paper provides a concept to evaluate such compliance checking methods. In addition, we present results from a workshop that applied the developed evaluation concept.

In section two we briefly describe the theoretical foundations of the technology acceptance model (TAM) as well as common evaluation methods for real-world artifacts. Based on the focus group method, in section three, we present an evaluation approach which was applied in a large German retail bank. Insights into that application will be provided in section four, before section five concludes the paper and addresses further research potential.

## 2 Theoretical Foundations

### 2.1 Technology Acceptance Model

The overall objective of the artifact real-world evaluation is to assess the potential of the artifact to be adopted in practice in order to improve the efficiency and effectiveness of business process compliance management. Perceived ease of use and perceived usefulness are perceptual measures for efficiency and effectiveness [3]. Both are central concepts of the TAM which aims at predicting individual intention to use and actual use of information systems at different points of time [6]. For example, Venkatesh and Bala [38] measure perceived usefulness and perceived ease of use at four points in time before and after adoption of a system.

In this paper, we focus on pre-adoption attitudes of potential users regarding the use of an information system similar to the evaluation approach of Purao and Storey [29]. While most use cases of TAM and its successors focus on the ex-post evaluation of information system adoption, Purao and Storey [29] used constructs of the TAM to predict the potential adoption of an IS artifact by potential users. After a short presentation of the artifact, they asked potential users that had no prior experience with the artifact to respond on a questionnaire that measured intention to use, perceived usefulness, perceived ease of use, and compatibility of the artifact with existing organizational structures. Reflecting on TAM as basis for pre-adoption evaluation they concluded that it is a valuable starting point.

In the last two decades, several authors have examined the significance of different general determinants of perceived usefulness and perceived ease of use (e.g. [39]). In addition to general, technology-independent determinants, the TAM has been extended by technology-specific determinants to increase the prediction quality of the model for these technologies. In this paper, general determinants of the TAM constructs perceived usefulness and perceived ease of use that are potentially relevant for compliance checking approaches are described and discussed based on the Technology Acceptance Model 3 [38].

## 2.2 Evaluation Methods for Real-World Artifact Evaluation

According to Riege et al. [31] methods for a real-world evaluation can be classified in *construction of a prototype*, *surveys*, *field experiments*, and *action research*. In addition, Tremblay et al. [37] discuss *focus groups* as evaluation method for design science artifacts.

The *construction of a prototype* can be used to evaluate the feasibility of technically implementing an artifact. It can be complemented by the *application of the prototype* to a real-world problem using real-world data [31]. Doing so allows for demonstrating and assessing the functionality of both, prototype and underlying conceptual artifact. The simulation of artifact behavior using a formal simulation model can be used for real-world evaluation, if the relevant characteristics of the environment are captured sufficiently within the model parameters [31].

In addition to *surveys*, Kaplan and Maxwell [12] describe *interviews* as data collection method for evaluation. Semi- or unstructured interviews aim at collecting subjective views and experiences of respondents. The interviewer is not limited to a predefined set of questions but free to explore unanticipated information by asking adequate follow-up questions. Similarly, surveys are an option for larger groups where individual interviews are not possible due to resource limitations (if they include open-ended, explorative questions).

*Field experiments*, often conducted following lab experiments that proved the general feasibility but not the value of an artifact regarding the real-world problem, are an accepted evaluation method for real-world evaluation of design science artifacts [e.g. 11]. Potential users apply the prototype to solve a real-world problem in their organizational context. Research prototypes are often not mature enough for use by practitioners and the integration into existing organizational settings [29]. Thus, field experiments are better applicable in later iterations of an artifact design cycle.

*Action research* is another accepted way of real-world evaluation [31]. In contrast to other evaluation methods, researchers directly interact with the real world, diagnose problems, identify solutions, infuse solutions for these problems in an organizational context, observe and evaluate whether the theorized effects are realized and whether they provide a solution to the identified problem, learn and repeat this cycle [2]. The *focus group* method originates from marketing and the assessment of new products by groups of potential customers. In semi-structured, moderated discussions, participants evaluate an artifact with a focus on a small set of issues [34]. We follow the suggestion of Gibson and Arnott and use this method for the evaluation of a design science artifact [10].

## 3 Evaluation Method

### 3.1 Applying the TAM

#### 3.1.1 Determinants of Perceived Usefulness

In the context of the TAM and its successors, *job relevance*, *output quality*, *result demonstrability*, *subjective norm* and *image* were found as general determinants of perceived usefulness with a significant level of support [38]. The presented evaluation method focuses on the pre-adoption phase which results in the exclusion of constructs due to missing artifact application. Result demonstrability is not considered in this method because method effects

cannot be measured without a proper application. The subjective norm covers the aspect of pressure on employees to adopt a certain technique [39]. Since compliance checking techniques and pattern matching tools for business processes are currently not known in practice, no group pressure will be created. Thus, we skipped measuring the subjective norm. Finally, we also do not consider the image aspect since it is questionable whether potential users perceive a change in their image when using business process compliance checking approaches. Fig. 1 depicts the evaluation constructs that are relevant for the evaluation method. Grey shaded elements are not considered as particularly relevant for the evaluation at hand. The evaluation constructs and their relationships cannot be seen as a causal model. Rather they provide an overview about used and non-used constructs.

### *Job Relevance*

It is assumed that the *regulatory environment*, an organization acts in, influences the relevance of capabilities to achieve business process compliance. Dynamic capability theory (DCT) aims at explaining the link between an organizations environment and the nature of its dynamic capabilities. It understands dynamic capabilities as the ability of an organization to adapt internal competences to changes in the environment [35]. DCT is applicable to compliance checking approaches, as these approaches can be interpreted as part of a BPM capability that enables organizations to adapt their business processes to the environment [24]. In line with the argumentation by Eisenhardt and Martin [8], compliance checking approaches for a highly dynamic regulatory environment are expected to be perceived most relevant by potential users if they are flexibly applicable to different regulation scenarios.

Another factor is the size and complexity of the *process landscape* that influences the pressure to improve the efficiency of compliance checking and automate activities. In small organizations with few business processes, compliance experts are assumed to be able to maintain a good overview of the process landscape and identify potentially relevant business processes for a specific compliance requirement manually. However, in large organizations with hundreds of business processes, compliance experts have to rely on business experts that know small fragments of the overall process landscape. Finding processes that are potentially affected by a regulatory requirement becomes tedious in such situations.

### *Output Quality*

As further determinant of perceived usefulness, the *output quality* of a system was identified by Venkatesh and Davis [39]. It describes the extent to that users believe that a system performs a task as expected. Compared to job relevance, the focus lies on the advantage of using the artifact instead of using alternative artifacts or performing the task manually. In case of compliance checking, the output quality depends on the quality of process models and pattern definitions as well as the correctness and performance of the matching algorithm. Potential users have to be sure that the system has “desirable attributes” [19]. Due to the special responsibilities and personal liabilities of compliance experts (i.e. potential users), their trust is crucial for compliance checking approaches. Liability is an issue that has been discussed for different classes of information systems such as expert systems [22] and geographic information systems [25]. In the context of compliance management, a negative effect of personal liability on the attractiveness of compliance officers job was identified [1].

### 3.1.2 Determinants of Perceived Ease of Use

For perceived ease of use, the following determinants were identified as significant in literature [38]: *Computer self-efficacy*, *perception of external control*, *computer anxiety*, and *computer playfulness*. Computer self-efficacy describes an individual's beliefs in his ability to perform a specific task using information technology [5]. Considering the relative high complexity of process modeling and compliance pattern definition we see this aspect as not measurable in a pre-adoption phase and thus, skipped it. *Computer anxiety* is the level of hesitation a user experiences when confronted with the possibility to use computers [39]. Focusing on the specific situation of compliance experts within modern organizations, the aspect is considered to be irrelevant given the intensity of information technology use in modern companies. *Computer playfulness* is the degree to which potential users tend to „interact spontaneously, inventively, and imaginatively“ with information technology [41]. Without hands-on experience in using the artifact, an effect of individual computer playfulness on the perception of ease of use is not expected in the pre-adoption study. The determinant *perception of external control* captures an individual's beliefs into the existence of organizational and technical resources that support the use of a technology [40]. This determinant is important in the context of automatic compliance checking, as compliance checking approaches rely on existing organizational resources such as process modeling capabilities and more generally BPM capabilities.

*BPM maturity* describes how advanced the BPM capability of an organization is [33]. Organization-wide defined and standardized processes as well as automated process analysis are a common characteristic of high maturity levels. Thus, a high level of BPM maturity is considered valuable when introducing an automatic compliance checking approach as potential users are more familiar with fundamental concepts of BPM such as process modeling and process analysis. In consequence, less training effort is required.

In addition to BPM maturity, *BPM compatibility* is expected to be an important determinant of ease of use [e.g. 20]. We understand BPM compatibility as the ability to integrate the compliance checking approach into an existing BPM landscape consisting of organizational routines, methods and software. However, automatic compliance checking can also benefit from existing resources such as process models [13], if they are first, available in an analyzable format supported by the compliance checking approach and second, of a sufficient level of detail to cover compliance-relevant aspects.

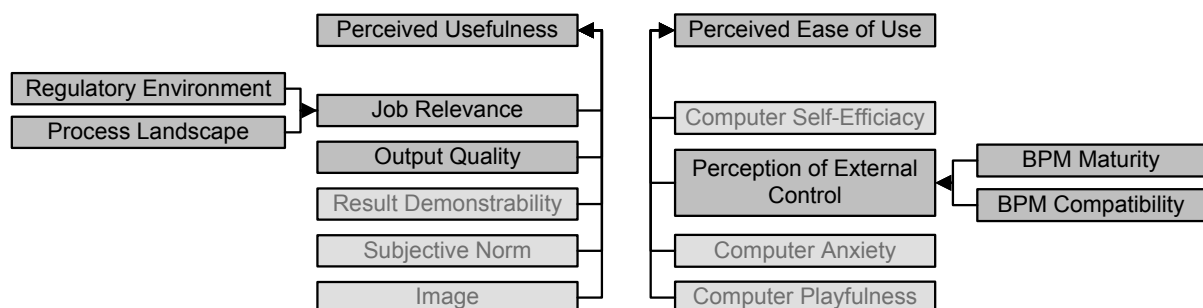


Figure 1: Evaluation constructs for compliance checking approaches

## **3.2 Applying the Focus Group Method**

### **3.2.1 Configuration of the Focus Group Method**

The number, duration and size of focus group sessions are important configuration parameters for the focus group method [e.g. 34]. The session is planned for a length of 90 minutes representing a trade-off between the amount of information that can be gathered and available resources. Especially the limited availability of professionals from practice for research projects limits the possible length of focus group sessions [34]. Therewith, the duration is within the recommended time span for focus groups [26, p. 385]. For the size of focus group sessions, a lower bound of 4 participants is recommended; 10-12 as an upper bound [26; 34], as larger groups reduce the possibility for every participant to contribute significantly, which might influence the participant satisfaction with the session [7]. To restrict the group size to the lower bound is useful in order to allow each participant to contribute individual perceptions and ideas. In addition, a complex subject like compliance checking approaches can be explained faster for a small group.

The moderator plays a critical role during focus group sessions [15]. He has to validate provided information by asking follow-up questions [34]. Generally, the moderator should be open-minded to new insights and have a “sound global view of the topic” [30, p. 72]. Researcher-induced bias can influence the focus group session design, the direct interaction with participants as well as the analysis and interpretation of data. To avoid this bias, the moderator should try to facilitate the discussion in a neutral way outbalancing tendencies in participant responses [15] and domination of any participant [10]. Furthermore, it is considered beneficial if the moderator conducting the focus group session is not the artifact designer [36].

### **3.2.2 Focus Group Session Design**

Focus group sessions are semi-structured group discussions based on a session guideline. We align the session guideline to the questions that cover aspects based on TAM. They are formulated in a neutral, open-ended, singular and clear way [26] and aim at initiating discussions among session participants. “Dichotomous response questions” [26] that suggest “yes” or “no” are avoided. Furthermore, the number of main open-ended questions is strictly limited to no more than 10 per hour of discussion following the recommendation of Patton [26]. Given the 90 minute time-frame, limiting the session to 10 main questions, allows roughly 15 minutes for the initial presentation of the artifact and 15 minutes for answering initiating questions on each topic that use predetermined scales and require participants to give their answers more thought and reflect about the new topic [16].

Depending on the on-going discussion, follow-up questions can be used to “test the limits of a concept”, “direct the group back to the focus”, “change the level of abstraction to allow discussions about uncomfortable topics”, “neutralize emotions” or to explore feelings of participants [34]. To facilitate a natural flow of discussion the moderator should be aware of participants signaling the possible closure of a topic by using “commonplaces” or “minimal response” [21]. For the overall structure of focus group sessions in the context of design science artifact evaluation, different suggestions exist in literature [e.g. 10; 36]. Given the complexity of the topic, the focus group session for the compliance checking approach

evaluation follows the structure introduced by Gibson and Arnott [10] and starts with some general, introducing questions. In the following, all asked questions are italic typed. The complete structure, contents of different phases as well as used methods and tools are depicted in Fig 2.

Phase	Contents	Methods & Tools
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Introduction</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Present Purpose</li> <li>• Define Ground Rules</li> <li>• General Understanding of BPC</li> <li>• Motivation for Approach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interview Guide</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Transition</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of Approach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Powerpoint</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">In-depth Investigation</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ease of Use</li> <li>• Usefulness</li> <li>• Behavioural Intention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interview Guide</li> <li>• Predetermined Scales for Rating</li> <li>• Follow-up Questions</li> <li>• Powerpoint</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Closure</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Summary of Discussed Aspects</li> <li>• Demographics</li> <li>• Participant Feedback</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderator Notes</li> <li>• Questionnaire</li> </ul>

**Figure 2: Focus Group Session Structure**

#### *Introduction and Transition*

The session, which is based on the rules defined by Gibson and Arnott [10], will be presented by the moderator. After all organizational topics are covered; the moderator initiates an introductory discussion about business process compliance and existing approaches used by practitioners. This discussion aims at creating a common ground and explicating the understanding of fundamental concepts discussed later by participants. In the following, all questions directly posed to participants are printed in italics. In order to understand the context in which the approach is evaluated, the first questions aim to get general aspects of process compliance management in the organization. *How do you assure the compliance of business processes in your organization?* Furthermore, the moderator asks participants to describe major challenges they experience in ensuring business process compliance. This question focuses on validating the research motivation of most compliance checking approaches (i.e. high level of complex, manual labour for compliance officers). After that the relevance of automated compliance checking approached can be questioned: *What are the greatest challenges that you perceive in assuring process compliance?*

In addition, to address the concern that prior experiences with other compliance checking approaches might influence the evaluation, the moderator should ask participants to report on experience with technologies that are related to process compliance checking. Thereby he should address an element of the research agenda that Rikhardsson et al. [32] formulated for compliance risk management. The authors state that it is important to understand how organizations actually use IT in compliance management. As the question is formulated rather broad, it allows drawing conclusions about BPM maturity as well, because automated process analysis is a characteristic of high maturity: *How far are business processes already analyzed automatically in your organization?*

A short presentation of the compliance checking approach, which presents the initiation of the *transition phase*, follows. The moderator presents the automatic process compliance checking approach in a neutral way focusing on the facts accompanied by examples. Furthermore, screenshots of the approach are presented. As the participants are not familiar with the rather complex approach, during the following discussion, the moderator shows relevant slides (e.g. an exemplary process model, compliance pattern or result presentation) to support the discussion visually.

### *In-Depth Investigation*

To ensure that participants do not theorize when answering the following question but relate it to a concrete situation, the moderator provides a context in which the question should be considered. The question, focusing on the compliance checking approach, should be answered on a one-dimensional scale between very low and very high effort (in the following, these scaled questions are marked with a star (\*)): *How do you estimate the effort necessary to use the approach for process compliance checking in your organization?\**

Based on the feedback provided by the participants as rating on the predetermined scale between very low and very high, the moderator initiates a discussion about why they perceive the effort in a certain way. Thus, the following question provides only a guideline; the actual question asked within the focus group session should be adjusted to the rating provided by participants: *Which factors influence the effort most from your perspective?* Examples are: Availability of standardized business processes; Experience with process modeling; Clear idea about how to realize a compliance requirement; Experience with formal languages; Handling of compliance checking approach. Furthermore, the following question challenges participants and communicates that their suggestions are highly valued: *How could the effort of using the approach be reduced?*

After exploring relevant aspects of the ease of use construct of TAM, the focus shifts to the usefulness construct. Regarding job relevance, the moderator asks participants to estimate the relevance for their jobs: *How do you estimate the relevance of the functionality provided by the approach for your job?\**

Which purpose a potential user imagines for the approach, depends on the idea of the approach he has in mind and in turn influences how he perceives the potential job relevance. Massey and Wells [18] call this idea “meaning” and see it as mediator of the perception. To understand the perception completely, the meaning a potential user assigns to an approach has to be clear. Thus, the moderator initiates a discussion by asking for ways in which participants would use the approach: *How would you use the automated pattern matching approach?*

The second determinant for perceived usefulness is the output quality of the approach. Again, the discussion about this determinant is initiated by an estimation of expected quality of outputs (i.e. found compliance patterns) by participants: *How do you estimate the quality of pattern search results?\**

As it is expected that participants will struggle answering this question, some further information should be provided on how to interpret this question. For example, the moderator could mention the completeness and expressiveness of results as well as the quality of inputs (process models and compliance patterns) that influence the search result quality. Based on



the estimation by participants, the moderator poses a question on what participants expect from a high quality compliance checking approach: *What signalizes high quality of search results in the context of process compliance checking?*

Following the discussion of relevance and quality, the focus shifts to the benefit participants expect from the approach for their individual jobs. Consequently, the moderator starts the discussion by an estimation question about the benefit: *How do you perceive the potential benefit of the approach for your job?\**

By requesting the participants to describe concretely what properties of the approach they consider useful for their individual job, the moderator can pick up responses to the previous question on perceived benefits and explore the individual reasons for a certain perception: *Please describe why the approach is useful for your job.*

The next phase of the discussion focuses on the adoption potential of the approach as perceived by the participants. According to TAM, perceived usefulness and perceived ease of use are the determinants of the adoption potential. However, in order to identify potential deviations between the assessment of the two determinants and the adoption potential, it is important to ask explicitly for the estimated potential for adoption. Again, the moderator requests participants to give feedback based on a one-dimensional scale after the context for the questions is established. *Assume that the approach including its implementation would be available to you. What do you think about the probability of using the approach?\** *How often would you use the approach?\**

Prior to closing the session, an “all-things-considered” question [16, p. 26] is used to identify the single most important problem participants identify within the approach related to its applicability in their jobs: *What would be the main reason for you to neglect using the approach?*

#### *Closure phase*

In the closure phase, the moderator summarizes main results and asks participants to clarify unclear contributions and to confirm that the summary was correct [14; 16]. Additionally, to ensure no unanticipated aspects of the problem space were left unmentioned, he asks the participants whether important aspects regarding the approach were left unmentioned, as recommended by e.g. Krueger [16]. After closing the session, a brief survey asking for participant demographics (suggested by Kidd and Parshall [14]) as well as feedback on the session design and its outcomes is handed out to the participants.

## **4 Application**

We applied the above described evaluation method with a generic pattern matching approach in a case setting that contains purchasing processes of a large German retail bank. Altogether four compliance and business experts attended in the evaluation session and enabled the application of the developed evaluation method to gain first experiences.

The advantages of focus groups compared to individual interviews or surveys became apparent. For example, participants referred to previous answers of other participants and explained different opinions. Individual interviews do not provide this kind of rich information. In particular, construct validity was increased by different participants reflecting on responses of other participants. Handing out sheets with a rating-scale facilitated critical thinking about

the posed question and initiated some discussions about the research design. However, there are also drawbacks to be mentioned. For future focus group sessions, a second researcher should assist the moderator (as recommended by Gibson and Arnott [10]) in order to be free in transforming the results into new questions. In addition, a pretest aiming at the identification of “unanticipated difficulties” [4] with the question guide could have helped to avoid some discussions about the research design within the focus group session. Participants questioned the formulation of some questions and the ability to answer them.

Regarding the contents of the focus group session, the limitations of concentrating on TAM constructs have been recognized. TAM theorizes about individual perceptions and intentions to use an information system. However, the participants turned out to take an organizational perspective rather than an individual one and considered the perception of other actors within the organization as well. For example, discussing the effort required to use the approach, they were more concerned about the acceptance by other organizational members such as business experts required to model business processes and did not focus on their individual effort expected. Due to the major implications of implementing automatic process compliance checking within an organization, the evaluation method focusing on the perception of compliance experts (and business experts to a smaller extent) has to be questioned. Especially in organizations with low BPM maturity, upfront investments across the organization for process modeling can be very high. These costs perceived by potential users of the approach might deter discussions on core aspects of the compliance checking approach as seen in the retail bank case.

## 5 Conclusion and Outlook

In this paper we propose a method to evaluate business process compliance checking approaches such as introduced by e.g. [17; 23]. The method is based on the TAM 3 [38] as well as on a focus group approach [10] and was applied in a large German retail bank. Application experience are provided and discussed.

Further research addresses two main tasks. First, the addressed improvement suggestions identified in section 4 are the basis for an ongoing development of the evaluation method. Next applications of the method should consider these suggestions to finally develop an evaluation method that is generally applicable, regardless of its case setting. Second, the focus on one single organization is problematic due to the “single case bias” [30]. The small sample of one retail bank is a first step towards the generalizability of the results. However further research should confirm its applicability.

From a research perspective, the method and its application results are an important contribution to the assessment of existing research in the field of business process compliance. From a business perspective, a method was introduced that enables the validation of future compliance management software products.

## 6 References

- [1] Abdullah, N. S.; Sadiq, S.; Indulska, M. (2010): Emerging Challenges in Information Systems Research for Regulatory Compliance Management In: B. Pernici (Ed.), *Advanced Information Systems Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- [2] Baskerville, R. L.; Wod-Harper, A. T. (1996): A Critical Perspective on Action Research as a Method for Information Systems Research. *Journal of Information Technology* 11 (3): 235-246.
- [3] Benbasat, I.; Barki, H. (2007): Quo vadis TAM? *Journal of the Association for Information Systems* 8 (4).
- [4] Boudreau, M.-C.; Gefen, D.; Straub, D. W. (2001): Validation in Information Systems Research: A State-of-the-Art Assessment. *MIS Quarterly* 25 (1): 1-16.
- [5] Compeau, D. R.; Higgins, C. A. (1995): Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly* 19 (2): 189-211.
- [6] Davis, F. D.; Bagozzi, R. P.; Warshaw, P. R. (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management science* 35 (8): 982-1003.
- [7] de Ruyter, K. (1996): Focus versus nominal group interviews: a comparative analysis. *Marketing intelligence & planning* 14 (6): 44-50.
- [8] Eisenhardt, K. M.; Martin, J. A. (2000): Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal* 21 (10-11): 1105-1121.
- [9] El Kharbili, M.; Pulvermueller, E. (2009): A Semantic Framework for Compliance Management in Business Process Management. 2nd International Conference of Business Process and Service Computing, Leipzig, Germany.
- [10] Gibson, M.; Arnott, D. (2007): The Use of Focus Groups in Design Science Research. *Australian Conference on Information Systems (ACIS 2007)*.
- [11] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design Science in Information Systems Research. *Mis Quarterly* 28 (1): 75-105.
- [12] Kaplan, B.; Maxwell, J. A. (2005): Qualitative Research Methods for Evaluating Computer Information Systems. In: J. G. Anderson & C. E. Aydin (Eds.), *Evaluation the Organizational Impact of Healthcare Information Systems*. New York: Springer.
- [13] Karagiannis, D. (2008): A business process-based modelling extension for regulatory compliance. *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*, Munich, Germany.
- [14] Kidd, P. S.; Parshall, M. B. (2000): Getting the Focus and the Group: Enhancing Analytical Rigor in Focus Group Research. *Qualitative Health Research* 10 (3): 293-308.
- [15] Kontio, J.; Lehtola, L.; Bragge, J. (2004): Using the Focus Group Method in Software Engineering: Obtaining Practitioner and User Experiences. *International Symposium on Empirical Software Engineering*, Los Alamitos, CA, USA.
- [16] Krueger, R. A. (1998): *Developing questions for focus groups* (Vol. 3): Sage Publications.

- [17] Ly, L.; Rinderle-Ma, S.; Göser, K.; Dadam, P. (2009): On enabling integrated process compliance with semantic constraints in process management systems Requirements, challenges, solutions. *Information Systems Frontier Online* veröffentlicht: <http://www.springerlink.com/content/g7084rn082w15455/fulltext.pdf>.
- [18] Massey, A. P.; Wells, T. M. (2008): ICT Perceptions and Meanings: Implications for Knowledge Transfer. 41. Hawaii International Conference on System Science, Waikoloa, Big Island, Hawaii.
- [19] McKnight, H.; Carter, M.; Clay, P. (2009): Trust in Technology: Development of a Set of Constructs and Measures. 14th Workshop on Diffusion Interest Group in Information Technology, Phoenix, AZ, USA.
- [20] Mueller, J. (2010): Strukturbasierte Verifikation von BPMN-Modellen. Unpublished Dissertation, University of Tübingen, Tübingen.
- [21] Myers, G. (1998): Displaying opinions: Topics and disagreement in focus groups. *Language in Society* 27 (1): 85-111.
- [22] Mykytyn, K.; Mykytyn, P. P.; Slinkman, C. W. (1990): Expert Systems: A Question of Liability. *MIS Quarterly* 14 (1): 27-42.
- [23] Namiri, K.; Stojanovic, N. (2007): Pattern-based Design and Validation of Business Process Compliance. In: R. Meersman & Z. Tari (Eds.), *On the Move to Meaningful Internet Systems 2007: CoopIS, DOA, ODBASE, GADA, and IS 2007*. Berlin Heidelberg: Springer.
- [24] Niehaves, B.; Plattfaut, R.; Becker, J. (2010): Does Your Business Process Management (Still) Fit the Market? – A Dynamic Capability Perspective on BPM Strategy Development. *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems*. Lima, Peru.
- [25] Onsrud, H. J. (1999): Liability in the use of geographic information systems and geographic datasets. In: *Geographical Information Systems (Vol. 2 Management Issues and Applications*, pp. 643-652): John Wiley and Sons, Inc.
- [26] Patton, M. G. (2002): *Qualitative Research & Evaluation Methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- [27] Peffers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M. A.; Chatterjee, S. (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems* 24 (3): 45-77.
- [28] PricewaterhouseCoopers. (2011): Industry sentiment - Financial Services Survey. Retrieved 08/07/2011, 2011, from [http://www.pwc.com/en\\_GX/gx/financial-services/cbi-pwc-survey/pdf/CBI-PwC-FS-survey.pdf](http://www.pwc.com/en_GX/gx/financial-services/cbi-pwc-survey/pdf/CBI-PwC-FS-survey.pdf).
- [29] Purao, S.; Storey, V. C. (2008): Evaluating the adoption potential of design science efforts: The case of APSARA. *Decision Support Systems* 44 (2): 369-381.
- [30] Recker, J. (2011): Qualitative Analysis In: J. Recker (Ed.), *Evaluations of Process Modeling Grammars*. Berlin-Heidelberg: Springer.

- [31] Riege, C.; Saat, J.; Bucher, T. (2009): Systematisierung von Evaluationsmethoden in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: J. Becker, H. Krcmar & B. Niehaves (Eds.), *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik* (pp. 69-86). Heidelberg: Physica.
- [32] Rikhardsson, P.; Best, P.; Green, P.; Rosemann, M. (2006): Business Process Risk Management, Compliance and Internal Control: A Research Agenda. Second Asia/Pacific Research Symposium on Accounting Information Systems. University of Melbourne, Melbourne.
- [33] Rosemann, M.; de Bruin, T. (2005): Towards a business process management maturity model. Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems. Regensburg, Germany.
- [34] Stewart, D. W.; Shamdasani, P. N.; Rook, D. W. (2007): Focus groups: Theory and practice: Sage Publications.
- [35] Teece, D. J.; Pisano, G.; Shuen, A. (1997): Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal* 18 (7): 509-533.
- [36] Tremblay, M. C.; Hevner, A. R.; Berndt, D. J. (2010): Focus Groups for Artifact Refinement and Evaluation in Design Research. *Communications of the ACM* 26 (1): 600-618.
- [37] Tremblay, M. C.; Hevner, A. R.; Berndt, D. J. (2010): The Use of Focus Groups in Design Science Research. In: *Design Research in Information Systems* (pp. 121-143). Boston, MA: Springer.
- [38] Venkatesh, V.; Bala, H. (2008): Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39 (2): 273-315.
- [39] Venkatesh, V.; Davis, F. D. (2000): A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science* 46 (2): 186-204.
- [40] Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B.; Davis, F. D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View (Vol. 27, pp. 425-478).
- [41] Webster, J.; Martocchio, J. J. (1992): Microcomputer Playfulness: Development of a Measure with Workplace Implications. *MIS Quarterly* 16 (2): 201-226.
- [42] Zentes, U.; Wybitul, T. (2011): Interne Sicherungsmaßnahmen und datenschutzrechtliche Grenzen bei Kreditinstituten sowie anderen Instituten des Finanzwesens. *Corporate Compliance Zeitschrift* 4 (3): 91-95.



# Treiber und Hürden der Einführung von Shared Service Centern in der Verwaltungs-IT

**Patrick Hoberg**

fortiss GmbH, An-Institut der Technischen Universität München,  
80805 München, E-Mail: [hoberg@fortiss.org](mailto:hoberg@fortiss.org)

**Helmut Krcmar**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
85748 Garching b. München, E-Mail: [krcmar@in.tum.de](mailto:krcmar@in.tum.de)

## Abstract

Der öffentliche Sektor steht dem Konzept eines partnerschaftlich von öffentlicher Hand und privaten Dienstleistern betriebenen Shared Service Centers (SSC) im IT-Bereich trotz steigenden Kosten- und Leistungsdrucks und dem Erfordernis einer verstärkten Service- und Kundenorientierung zurückhaltend gegenüber. Bisher fehlt ein zusammenhängendes Bild der Einflussfaktoren auf die Entscheidung zur Einführung eines SSC in der öffentlichen Verwaltung. Auf Basis der Adoptions- und Diffusionsforschung wird ein konzeptuelles Forschungsmodell entwickelt, welches Treiber und Hürden der Adoptionsentscheidung abbildet. Das Modell unterscheidet zwischen organisations-, innovations- und umgebungs-spezifischen Faktoren. Es legt die Grundlage für eine zukünftige empirisch-quantitative Untersuchung.

## 1 Einleitung

Aufgrund der föderalen Struktur in der öffentlichen Verwaltung mit ihren horizontalen und vertikalen Gliederungsebenen wird eine Vielzahl von IT Services von vielen Behörden in Deutschland in gleicher oder ähnlicher Art und Weise erbracht. Vor dem Hintergrund eines steigenden Kosten- und Leistungsdrucks [44] sowie des Bedarfs nach stärkerer Service- und Kundenorientierung (Stichwort: One-Stop-Government) wird es für die öffentliche Verwaltung erforderlich, sich auf ihre Kernaufgaben und Kernkompetenzen zu konzentrieren und institutionsübergreifende Leistungen zu zentralisieren, um Größen- und Verbundeffekte zu realisieren [17; 40]. Wie auch im privatwirtschaftlichen Umfeld rückt in einem solchen Spannungsfeld die IT in den Fokus. Oft wird sie als Kostenfaktor mit schwer quantifizierbarem Geschäftswertbeitrag wahrgenommen, der Geschäftsabläufe und Fachverfahren unterstützen

soll. Daneben kommt der IT aber auch die Rolle des Enablers zu, der es ermöglicht, bisher ungenutzte Effizienz- und Effektivitätssteigerungspotentiale umzusetzen und neue Abläufe und Services zu realisieren.

Die Bündelung von IT-Funktionen in einem gemeinsam genutzten Dienstleistungszentrum, einem Shared Service Center (SSC), bietet die Möglichkeit, sowohl die Qualität als auch die Effizienz der Leistungserstellungsprozesse durch Standardisierung und Konsolidierung zu erhöhen [1; 40].

Für IT-Dienstleistungen, die in einem SSC gebündelt werden können, müssen bei den beteiligten Verwaltungseinheiten keine Organisationsstrukturen mehr vorgehalten werden [17]. Gerade im IT-Bereich fehlt es dem öffentlichen Sektor jedoch häufig an Kapazitäten und Kompetenzen, um große Projekte realisieren zu können [44]. Damit bietet sich der partnerschaftliche Betrieb eines SSC mit einem privaten Dienstleister an, der über die notwendigen finanziellen und personellen Mittel und das Knowhow verfügt, ein SSC zu planen, aufzubauen und zu betreiben. Bisher sind jedoch nur wenige Bündelungsansätze im öffentlichen Sektor zu finden [12], von denen die meisten von unterkritischer Größe sind [24; 45]. Selbst der Zwang zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie hat sich nicht als der erhoffte Katalysator zur Konsolidierung und Leistungsvernetzung herausgestellt [5].

In diesem Kontext ist die Konzeption eines Adoptionsmodells für partnerschaftlich zwischen öffentlicher Verwaltung und privaten Dienstleistern betriebenen SSC und damit die Identifikation von Faktoren, welche die Entscheidung zur Einführung eines SSC maßgeblich beeinflussen, das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit. Das Modell wird als Grundlage für eine spätere quantitativ-empirische Untersuchung des Themas und als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Strategien dienen, den Innovationsprozess in der öffentlichen Verwaltung in Bezug auf die Einführung moderner Bündelungsstrukturen voranzutreiben.

## 2 Hintergrund

Die Adoption einer Innovation wird als ein Veränderungsprozess betrachtet, der unmittelbar auf das technologische und soziale Gefüge einer Organisation einwirkt [15]. Rogers [33] beschreibt diese Entscheidung als „[...] decision to make full use of an innovation as the best course available“ [33, 177]. Eine Innovation wird als eine für die adoptierende Organisation neue Idee oder Handlungsweise bezeichnet. Bei diesen kann es sich bspw. um ein neues Produkt, eine neue Technologie oder um neue administrative Methoden handeln [16].

In Anlehnung an Martin-Pérez [27] und Bergeron [2] wird unter einem SSC eine teilautonome Organisationseinheit verstanden, die kundenorientiert die operativen Einheiten eines verwaltungsinternen Kundenkreises mit unterstützenden und generischen Leistungen beliefert. Diese Leistungen werden vom SSC angeboten und den internen Leistungsempfängern über verbrauchsabhängige Preismodelle oder Service Level Vereinbarungen (SLAs) in Rechnung gestellt. Als Beispiel für ein SSC kann die IT-Bündelung der gesamten nichtmilitärischen Informations- und Kommunikationstechnik bei der Bundeswehr im Rahmen des Leistungsverbundes HERKULES angeführt werden.

Vorliegende Forschungsarbeiten befassen sich mit den charakteristischen Eigenschaften von Shared Service Centern [4; 34], deren Ausgestaltung [17] und den Potentialen des SSC-Konzeptes für die öffentliche Verwaltung [21; 23], dem mit der Einführung eines SSC



einhergehenden Transformationsprozess [40], den Herausforderungen denen sich Organisationen während des Einführungsprozesses stellen müssen [41] oder mit der Frage nach geeigneten Erfolgsmessgrößen für eine solche Transformation [35]. Dem Wissensstand der Autoren nach behandelt lediglich eine Publikation die Frage nach den Treibern der SSC-Adoption in der öffentlichen Verwaltung. Im Rahmen einer Reihe interview- und dokumentenbasierter Fallstudien identifizieren Niehaves und Krause [30] Kostendruck, die Unterstützung durch Schlüsselakteure und Erfahrung mit Kooperationen als zentrale Einflussfaktoren. Diese Beiträge zur SSC-Forschung geben wichtige Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage, warum Verwaltungsinstitutionen ihre IT-Leistungserstellung nach Center-Gesichtspunkten gestalten oder, und das ist vielleicht die interessantere Frage, warum sie dies grade nicht tun. Das Bild, welches bisher hinsichtlich dieser Frage gezeichnet wurde, bleibt jedoch fragmentarisch. Dementsprechend ist es das Ziel dieses Beitrags, die in der Literatur identifizierten Aspekte zu integrieren, um ein Adoptionsmodell zu entwickeln, welches ein ganzheitliches Bild der Treiber und Hürden der Einführung kooperativ mit einem privaten Partner betriebener SSC in der öffentlichen Verwaltung zeichnet.

### 3 Forschungsmodell

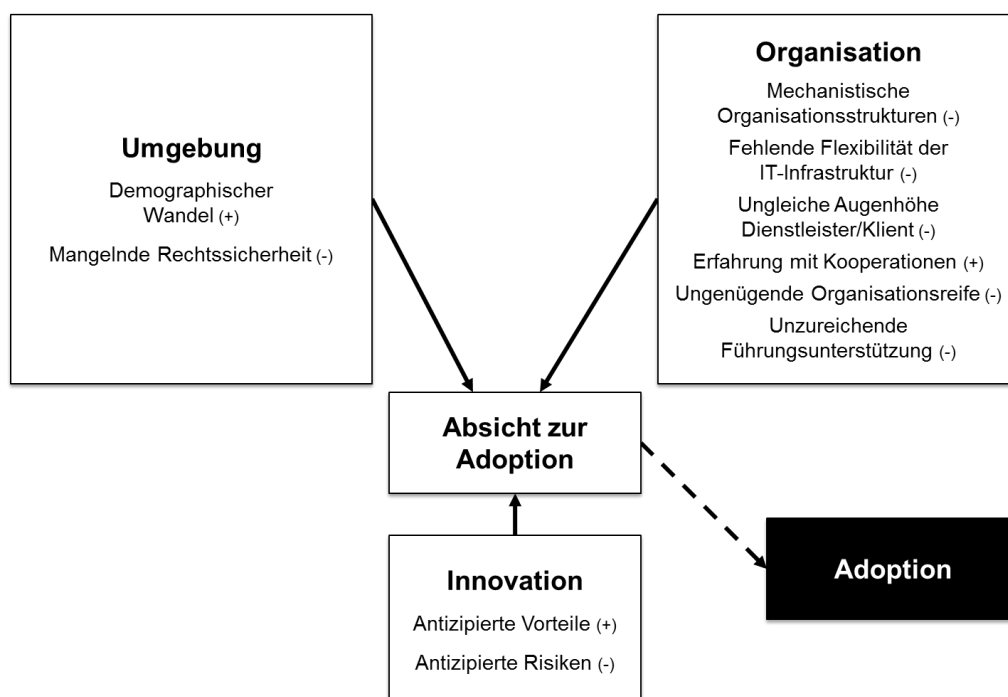
Jede Innovation hat ihre Charakteristika, welche sich auf die Anforderungen auswirken, die zu ihrer Adoption notwendig sind. Um die Entscheidung für oder gegen die Einführung einer Innovation untersuchen und verstehen zu können, ist eine Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Innovationstypen notwendig, die in der Praxis auftreten [43]. Fichman [11] schlägt vor, Innovationen in zwei Typen zu unterteilen. Innovationen des Typs I zeichnen sich durch geringe Anforderungen an Erfahrung und Wissen in Bezug auf die Nutzung einer Innovation und geringe Abhängigkeiten zwischen den Nutzern aus. Die Adoption ist damit eine Frage des *Wollens*. Innovationen des Typs II stellen dagegen hohe Anforderungen an das Wissen und die Erfahrung der adoptierenden Einheit oder führen zu umfangreichen Abhängigkeiten zwischen ihren Nutzern. Die Adoption ist entsprechend weniger eine Frage des *Wollens* als des *Könnens*. Die Einführung eines SSC hat Veränderungen der Organisationsstruktur, der Strategie sowie der administrativen Prozesse zur Folge und führt zu vielfältigen neuen Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Organisationen bzw. Organisationseinheiten. Ein SSC wird somit dem Typ II des Fichman-Frameworks zugeordnet.

Die Adoptionsforschung zu Typ II-Innovationen unterscheidet zwischen organisations- und innovationsspezifischen Faktoren sowie Umgebungsfaktoren, die auf die Entscheidung zur Adoption einer Innovation einwirken [22]. Depietro et al. [8] sprechen in diesem Zusammenhang von einem Organisations-, Innovations- und Umgebungskontext. Wie in Bild 1 dargestellt, wird diese Strukturierung für das vorliegende Forschungsmodell übernommen. Für jeden der aus der Literatur abgeleiteten und im Modell dargestellten Faktoren wird angenommen, dass sie eine notwendige Bedingung für die Adoptionsentscheidung darstellen.

Mit den *organisationsspezifischen Faktoren* wird auf verschiedene Aspekte, wie die Organisationsstrukturen, Prozesse sowie interne Ressourcen, Bezug genommen [9]. Diese organisationsspezifischen Faktoren repräsentieren Voraussetzungen zur Einführung eines SSC, die sich an die potentiell adoptierende Verwaltungseinheit stellen und damit die Adoption beeinflussen. Mit dieser Betrachtung wird vor allem die oben aufgeworfene Frage des Könnens artikuliert.

Wie eine Innovation wahrgenommen wird, spielt eine bedeutende Rolle für die Entscheidung zu ihrer Adoption [33]. Diese Wahrnehmung ist, da sie von Organisation zu Organisation und innovationsübergreifend variiert, ein Aspekt zur Beschreibung der Schnittmenge von Organisation und Innovation [10] und wird im Forschungsmodell in Form der Betrachtung *innovations-spezifischer Einflussfaktoren* auf die Adoptionsentscheidung aufgegriffen.

Die *Umgebungsfaktoren* bilden das Umfeld ab, in dem eine öffentliche Verwaltungsinstitution agiert. Die Entscheidung zur Adoption wird durch externe Einflussfaktoren wie die gesellschaftliche Entwicklung oder die rechtlichen Rahmenbedingungen bestimmt. So wird bspw. die starke Alterung des Personals im öffentlichen Dienst in Deutschland das Problem des Personalengpasses in der Verwaltungs-IT weiter verschärfen und damit den Konsolidierungsdruck erhöhen.



**Bild 1:** Einflussfaktoren auf die Entscheidung zur Adoption des SSC-Konzeptes [in Anlehnung an 8]

Die *Absicht zur Adoption* sowie die *Adoption* stellen gegenüber den unabhängigen Variablen der Bereiche Organisation, Innovation und Umgebung die endogenen Variablen des Forschungsmodells dar. Während mit der Adoption neben der Entscheidung, ein SSC einzuführen, auch der Grad ihrer Implementierung erfasst wird, bildet die Absicht zur Adoption in Anlehnung an Fishbeins und Ajzens [13] Behavioral Intention eine Voraussage der zukünftigen Handlungsweise einer Organisation ab. Die Handlungsabsicht hat sich auf individueller Ebene als guter Vorhersagewert für das Ausführen der Handlung selbst erwiesen [42] und wurde in verschiedenen empirischen Studien auf die organisationale Ebene übertragen [7; 38]. Obwohl die Absicht dazu nicht immer auch zur späteren Adoption führt, ist der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen signifikant [29].

In den nachfolgenden Abschnitten werden die unabhängigen Variablen des Forschungsmodells näher betrachtet.

### 3.1 Organisation

#### 3.1.1 Mechanistische Organisationsstrukturen

Organisationale Strukturen, Fachverfahren oder Funktionen der öffentlichen Verwaltung sind häufig schwer veränderbar. Die einzelnen Bereiche der föderalen Struktur Deutschlands verfügen über eine große Autonomie hinsichtlich des Vollzugs der von ihnen zu gewährenden Aufgaben (Selbstbestimmungsrecht). In der autoritären Struktur der öffentlichen Verwaltung, ihrer stark arbeitsteiligen Aufgabenerledigung und den oft festen Dienstwegen folgenden Entscheidungen spiegelt sich eine, von Risikoaversion und Silodenken gekennzeichnete Organisationskultur wider [20], die dem notwendigen Wandel zur Servicekultur eines SSC im Wege steht. Wie sich am Beispiel des Versuchs der Anpassung der öffentlichen Leistungserstellungsprozesse an das neue Steuerungsmodell (NSM) zeigt, provoziert das Reengineering von Verwaltungsprozessen leicht erhebliche verwaltungsinterne Widerstände, die einen Modernisierungsprozess gefährden [5]. Brüggemeier und Röber [5] sprechen in diesem Zusammenhang auch vom Festhalten an der Unsterblichkeit öffentlicher Institutionen.

Die Etablierung eines SSC geht notwendigerweise mit einem Umbau von Strukturen und Prozessen einher. Es wird die Annahme getroffen, dass der mechanistische Charakter der öffentlichen Verwaltung einen negativen Einfluss auf die Entscheidung zur Einführung eines SSC hat.

#### 3.1.2 Fehlende Flexibilität der IT-Infrastruktur

Die Einführung eines SSC setzt auf den gewachsenen IT-Infrastrukturen der Auftraggeber (hier: öffentliche Verwaltungseinheiten) auf, deren Applikationen eine große Menge an geschäftskritischen Daten und Funktionen beinhalten, die nicht einfach ausgetauscht werden können. Ihr Design erfolgte häufig nicht unter der Berücksichtigung von Flexibilität, was technische Anpassungen erschwert [37]. Begünstigt durch das Fehlen von IT-Strategien, insbesondere auf kommunaler Ebene [36], sind heterogene Applikationslandschaften mit einer Vielzahl von Schnittstellen und hohem Integrationsaufwand oftmals das Ergebnis [45]. IT-Infrastrukturflexibilität kann anhand der drei Dimensionen *Konnektivität*, *Modularität* und *Kompatibilität* charakterisiert werden. Während Konnektivität die Fähigkeit einer technologischen Komponente bezeichnet, sich mit anderen Komponenten zu verbinden, bezeichnet Kompatibilität die Möglichkeit des Austausches jeder Art von Daten zwischen jeder beliebigen technischen Komponente und Modularität die Fähigkeit, Infrastrukturkomponenten (Hardware, Applikationen, Teile auf Datenstrukturebene) beliebig, d.h. ohne größeren Aufwand und ohne eine Beeinträchtigung anderer Komponenten zu modifizieren und auszutauschen [6].

Voraussetzung für die Etablierung eines SSC ist die Migration der von der SSC-Einführung direkt oder indirekt betroffenen Applikationen. Unter einer Migration wird in diesem Zusammenhang (1) die Konsolidierung, Harmonisierung und Standardisierung der in der zentralen Einheit, dem SSC, zu bündelnden Applikationsfunktionalitäten und (2) die Integration der dezentral bereitgestellten Applikationsfunktionen mit denen, die von nun an vom SSC zur Verfügung gestellt werden. Die bestehenden Systeme müssen hierzu entweder durch Anpassung ihrer Architektur, Programmierung und Datenrepräsentation transformiert [18],

oder ganz ausgetauscht werden. In der Literatur wird jedoch immer wieder auf die Schwierigkeit hingewiesen, solche sogenannten Legacy Systeme zu migrieren [25; 46]. Diese wird bedingt vom Aufbau und der technischen Realisierung der Applikationen.

Neben einem geringeren Aufwand für die Migration hat eine flexiblere IT-Infrastruktur den Vorteil, eine inkrementelle Verlagerung von Bestandteilen der IT-Leistungsebene in ein SSC auf natürliche Weise zu unterstützen. Durch eine hohe Flexibilität kann bestehende Applikationsfunktionalität gezielter und ohne Beeinträchtigung anderer Systeme und damit auch des operativen Verwaltungsbetriebs migriert werden. Es wird angenommen, dass die in der öffentlichen Verwaltung häufig zu beobachtende Komplexität und Änderungsresistenz der IT-Infrastrukturen [37] einen negativen Einfluss auf die Absicht zur Einführung eines SSC haben.

### **3.1.3 Ungleiche Augenhöhe Dienstleister/Klient**

Der Begriff der Augenhöhe stellt auf das Machtverhältnis in einer Kooperationsbeziehung zwischen öffentlichem und privatem Partner im Rahmen eines partnerschaftlich betriebenen SSC ab. Macht ergibt sich aus der relativen Abhängigkeit des einen Partners vom anderen. Sie wird definiert als "[...] potential (or capacity) of an actor to influence the behavior of another actor on a particular issue area" [39, 207]. Kammer [24] folgend sind eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Kooperation zwischen öffentlicher Verwaltung und privaten Dienstleistern ähnliche Partner auf Augenhöhe. Wie das Scheitern des Kooperationsprojektes LeCos Leipzig zwischen der Stadt Leipzig und IBM zeigt, spielt hierbei das Größenverhältnis zwischen privatem und öffentlichem Partner eine entscheidende Rolle. Aufgrund der Komplexität der Anforderungen und Prozesse der Verwaltung und einer zu geringen Kapazitätsauslastung wurde das Projekt nach nur zwei Jahren beendet [45]. Der private Partner kann Defizite in der Auslastung aufgrund des öffentlich-rechtlichen Charakters des SSC nicht einfach durch eine marktliche Ausrichtung und den Aufbau externer Geschäftsbeziehungen zum privaten Sektor auffangen. Entsprechend wird davon ausgegangen, dass sich die geringere Größe der öffentlich-rechtlichen IT-Dienstleister [24] negativ auf die Entscheidung zur Kooperation mit einem privaten Partner auswirkt.

### **3.1.4 Ungenügende Organisationsreife**

Die Identifikation von für eine Bündelung in einem SSC geeigneter IT-Leistungen setzt das Bestehen einer einheitlichen, steuerungsrelevanten Produkt- und Prozessdokumentation, sowie wirksamer Controlling-Instrumente voraus. Alle drei Aspekte sind Bestandteil der Einführung des Neuen Steuerungsmodells (NSM) in der Verwaltung bzw. der eGovernment-Bestrebungen und Ausdruck des Versuchs einer stärkeren Ökonomisierung des öffentlichen Sektors. Wie empirische Untersuchungen belegen, weist die öffentliche Verwaltung jedoch sowohl in Bezug auf die Umsetzung als auch die Nutzung neuer betriebswirtschaftlicher Organisations- und Steuerungsinstrumente erhebliche Defizite auf [3; 19; 45]. Die Verwaltung „[...] lässt sich formal auf neue Steuerungsinstrumente ein, nutzt sie jedoch in dem traditionellen Sinn. Es gibt Produktkataloge, Kosten- und Leistungsrechnungen und mitunter auch Kontrakte, aber sie werden nicht zu Steuerungszwecken benutzt“ [3, 8 f.]. Entsprechend wurden „[...] Produktkataloge und outputorientierte Haushaltsbücher [...] häufig wieder zu den Akten gelegt“ [19, 429].

Eine unzureichende Implementation und Anwendung der Steuerungsinstrumente führt zu einem erheblich höheren Aufwand für die Identifikation von Leistungsbündeln, erhöht das Risiko, Redundanzen in den Prozessen zu übersehen und damit Synergien durch die gemeinsame Nutzung von IT-Leistungen ungenutzt zu lassen, und die Gefahr eines ineffizienten Ressourceneinsatzes. Vor dem Hintergrund der nur zögerlichen Umsetzung des SSC-Konzepts wird entsprechend angenommen, dass die unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten ungenügende Organisationsreife weiter Teile der öffentlichen Verwaltung einen negativen Einfluss auf die Entscheidung zur Einführung eines SSC hat.

### **3.1.5 Erfahrung mit verwaltungsübergreifenden Kooperationen**

Die Forschung zu interorganisationalen Kooperationsbeziehungen zeigt, dass sowohl für die erfolgreiche Durchführung als auch für die Anbahnung interorganisationaler Kooperationen die Beziehungsebene zwischen den Kooperationspartnern eine entscheidende Rolle spielt [28]. Weiche, für die Qualität der Beziehung ausschlaggebende Faktoren wie gegenseitiges Vertrauen, Engagement oder Konsens werden durch beziehungsbildende Faktoren wie die Kommunikation, Kooperation oder Konfliktlösungsfähigkeit der Partner beeinflusst [14]. Entsprechend führt Osner [31] das Scheitern interkommunaler Initiativen u.a. auf einen Wechsel der politischen Spitze und damit den Verlust der aufgebauten Vertrauensbeziehung zurück. Becker et al. [1] zeigen im Rahmen von Fallstudienanalysen, dass die Existenz früherer Kooperationen zwischen Verwaltungsbereichen einen positiven Einfluss auf die Entscheidung zur Einrichtung eines SSC hat. Es wird damit davon ausgegangen, dass sich frühere Kooperationen zwischen Verwaltungseinheiten positiv auf die Entscheidung zur Etablierung eines SSC auswirken.

### **3.1.6 Unzureichende Führungsunterstützung**

Das Vorhandensein von Promotoren ist eine zentrale Bedingung für die Initialisierung eines Kooperationsprojektes. Eine groß angelegte Analyse der Adoptions- und Diffusionsforschung von Jeyaraj, Rottman und Lacity [22] weist die Unterstützung durch die Unternehmensführung als einen der besten Vorhersagewerte für die Adoption von Innovationen auf individueller und organisationaler Ebene aus. Dies deckt sich mit den empirischen Studien von Becker et al. [1] und Ulbrich [40], in welchen die Unterstützung von Seiten führender politischer Entscheidungsträger als kritischer Faktor hinsichtlich der *Entscheidung* zur Implementierung eines SSC identifiziert wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Einführung eines SSC Veränderungen auf der Prozessebene und der Arbeitsorganisation verursacht. Damit ist mit erheblichen Widerständen nicht nur intraorganisational [5] sondern, aufgrund divergierender politischer Interessen oder der Angst vor einem Macht- und Autonomieverlust [21], auch interorganisational zu rechnen. Osner folgend sind Promotoren aus der Führungsebene dafür verantwortlich, „[...], eine Aufbruchsstimmung, eine Atmosphäre des Vertrauens und der zielgerichteten gemeinsamen Aktivitäten zu schaffen, die den einzubindenden Dezernenten und Leitungskräften die Sicherheit gibt, sich ebenfalls zu engagieren“ [31, 17]. Damit Veränderung eintreten kann, muss Veränderungsbereitschaft vorgelebt werden. Es wird entsprechend davon ausgegangen, dass die mangelnde Unterstützung der Einführung eines SSC von Seiten der Verwaltungsspitze und den politischen Gremien einen negativen Einfluss auf die Adoptionsentscheidung hat.

## **3.2 Innovation**

### **3.2.1 Antizipierte Vorteile**

Rogers [33] argumentiert, dass die Adoption von Innovationen im Zusammenhang steht mit den durch den potentiellen Innovator wahrgenommenen Eigenschaften der Innovationen. Die mit einer Innovation antizipierten Vorteile haben sich in der Adoptions- und Diffusionsforschung als ein guter Vorhersagewert der Adoptionsentscheidung herausgestellt [22]. Sie repräsentieren den Grad, in dem eine Innovation als besser als eine konkurrierende bestehende Lösung wahrgenommen wird [33]. Im organisationalen Kontext dienen die mit einer Innovation in Verbindung gebrachten Vorteile der ökonomischen und politischen Legitimation der Adoptionsentscheidung. SSC, die unter Beteiligung eines privaten Partners betrieben werden, verbinden die Vorteile einer Öffentlich-Privaten Partnerschaft mit denen der kooperativen Leistungsbündelung. Dies beinhaltet u.a. eine effizientere Mittelverwendung durch das Ausnutzen von Synergien und die Fokussierung auf Kernaufgaben, die Umgehung des bestehenden Investitionsstaus durch Verlagerung der Finanzierungsverantwortung auf den privaten Partner, die Verteilung von Risiken, eine Professionalisierung der IT-Leistungserbringung, die Entschärfung von Personalengpässen durch Personaleinsparungen mit Hilfe der Neugestaltung interner Dienstleistungsprozesse oder den Zugang zu qualitativ höherwertigen IT-Services durch Standardisierung und den Rückgriff auf die IT-Expertise der Partner [2; 21; 26]. Mit Blick auf die potentiellen Vorteile eines SSC gegenüber der dezentralen Leistungserbringung wird angenommen, dass die mit dem SSC-Konzept antizipierten Vorteile einen positiven Einfluss auf die Entscheidung zur Einführung des Konzeptes haben.

### **3.2.2 Antizipierte Risiken**

Den wahrgenommenen Vorteilen sind die mit dem SSC-Konzept und der Beteiligung privater Partner antizipierten Risiken gegenübergestellt. Als Risiko wird der Grad bezeichnet, in dem die Nutzung einer Innovation zu nachteiligen Ergebnissen führen kann. Ostlund [32] folgend lassen sich die beiden Risikodimensionen (1) Ergebnisrisiko (Risiko das angestrebte Ergebnis mit der Adoption zu verfehlen) und (2) psychologisches Risiko (Sorge um eine negative Außenwirkung der Adoptionsentscheidung) unterscheiden. Bei ersterer stehen mögliche technische Risiken im Vordergrund. Dazu zählt u.a. der Kompetenzverlust, der durch den Übergang von Mitarbeitern zum Dienstleister entstehen kann [31], hohe Wechselkosten aufgrund einer starken Bindung an den privaten Partner, mangelndes, verwaltungsspezifisches Know-how des privaten Partners [45] oder eine Dominanz der IT-Prozesse über die Verwaltungsprozesse aufgrund der Standardisierung und Konsolidierung der vom SSC übernommenen Leistungen [37]. Letztere Dimension stellt im Kontext der öffentlichen Verwaltung auf das politische Risiko der Adoption des SSC-Konzeptes ab. Risiken ergeben sich aus der möglichen Verletzung von Datenschutzbestimmungen, dem unwirtschaftlichen Einsatz von Steuergeldern oder dem Abbau bzw. der Verlagerung von Arbeitsplätzen. Es wird angenommen, dass sich die mit dem SSC-Konzept antizipierten Risiken negativ auf die Adoptionsentscheidung auswirken.

### 3.3 Umgebung

#### 3.3.1 Demographischer Wandel (Altersstruktur im öffentlichen Dienst)

Schon heute wird von einer Nachwuchskrise im öffentlichen Dienst gesprochen [31]. Aufgrund der zunehmenden Überalterung des Personals ist die öffentliche Verwaltung auf eine Umgestaltung ihrer internen Leistungsprozesse angewiesen, wenn es nicht zu Einschränkungen in der Daseinsvorsorge kommen soll [45]. Verwaltungsübergreifende Kooperationen erlauben Personaleinsparungen und stellen dadurch eine mögliche Lösung für das Fachkräfteproblem dar. Es wird entsprechend davon ausgegangen, dass der demographische Wandel, hier verstanden als die zunehmende Alterung des Personals in der öffentlichen Verwaltung, einen positiven Einfluss auf die Entscheidung zur Einführung eines SSC hat.

#### 3.3.2 Mangelnde Rechtssicherheit

Vor dem Aufbau eines SSC muss die Auslagerungsfähigkeit der für eine Konsolidierung in Frage kommenden IT-Leistungen nicht nur aus organisatorischer, technischer und wirtschaftlicher Sicht, sondern auch aus rechtlicher Sicht bewertet werden. Es gilt: „Je weniger problematisch eine Auslagerung juristisch erscheint [...] desto positiver fällt die Bewertung aus“ [45, 37]. Kritische Rechtsbereiche sind neben dem Vergaberecht das Steuerrecht, die Ausübung hoheitsrechtlicher Befugnisse, die Landesbeamtenengesetze oder die datenschutzrechtlichen Grundlagen bei Auftragsdatenverarbeitung [31]. Problematisch ist, dass gerade in Bezug auf den für die Verlagerung von IT-Funktionen zentralen Rechtsbereich der Datenverarbeitung im Auftrag für die öffentliche Verwaltung weite Interpretationsspielräume bestehen. Die Abgrenzung zwischen einer Funktionsübertragung, bei der die inhaltliche Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben vollständig oder in Teilbereichen auf andere Stellen übertragen wird und für die andere rechtlichen Grundlagen gelten, und der Auftragsdatenverarbeitung sind unscharf. Dies erschwert eine rechtlich sichere Einschätzung der Zulässigkeit einer Verlagerung von IT-Funktionen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen einer Auslagerung auf Ebene der Verwaltung sind komplexer als die für den privaten Sektor. Es wird vermutet, dass sich die sektorspezifischen Besonderheiten des Rechtsbereichs negativ auf die Entscheidung zur Adoption des SSC-Konzeptes auswirken.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Gegensatz zur bestehenden Forschung zu Erfolgsfaktoren in IT-Kooperationen, die sich vor allem auf die nachvertraglichen Phasen von Kooperationsprojekten in der Privatwirtschaft konzentriert, untersucht diese Forschungsarbeit die der Vertragsunterzeichnung vorgelagerten Phasen. Identifiziert werden die Faktoren einer erfolgreichen Anbahnung einer IT-Kooperation zwischen privaten Dienstleistern und öffentlicher Verwaltung. Mit Hilfe einer, dieser Forschungsarbeit nachgelagerten, empirischen Validierung des Modells soll dazu beigetragen werden, ein ganzheitliches Bild der Bedingungen zu zeichnen, die den Erfolg von Kooperationsprojekten im IT-Bereich beeinflussen.

Das anhand der Literatur entwickelte Adoptionsmodell erlaubt die Vermutung, dass die Entscheidung zur Einführung eines Shared Service Centers unter Beteiligung eines privaten Partners von folgenden Faktoren abhängig ist: demographischer Wandel, mangelnde

Rechtssicherheit, mechanistische Organisationsstrukturen, fehlende Flexibilität der IT-Infrastruktur, ungleiche Augenhöhe, Erfahrung mit Kooperationen, ungenügende Organisationsreife, unzureichende Führungsunterstützung, antizipierte Vorteile und antizipierte Risiken. Die identifizierten Einflussgrößen entstammen jeweils einem bestimmten Kontext, dem der Organisation, der Innovation oder der Organisationsumwelt. Die Adoptionsentscheidung ist entsprechend nicht allein von der Wahrnehmung der Innovation durch die potentiell adoptierende Organisation, sondern auch von den Charakteristika der Organisation selbst wie von Einflüssen aus der Umwelt bestimmt.

Eine empirisch-quantitative Studie wird dazu dienen, das Modell zu testen. Das Modell wird in Form eines Fragebogens operationalisiert, dessen Adressaten IT-Verantwortliche auf Seiten der öffentlichen Verwaltung in Deutschland sein werden. Im Fokus stehen Verwaltungsinstitutionen, die bisher noch keine Kooperation mit einem privaten Dienstleister zu Einführung und Betrieb eines SSC eingegangen sind. Die Ergebnisse helfen IT-Dienstleistern, Strategien für die erfolgreiche Anbahnung von IT-Kooperationsprojekten in der öffentlichen Verwaltung zu entwickeln. Das Verständnis für notwendige Eigenschaften und Kompetenzen ermöglicht es ihnen, Risiken, die ein Scheitern des Engagements zu dieser frühen Phase bedingen können, zu erkennen und gezielt zu managen.

## 5 Literatur

- [1] Becker, J; Niehaves, B; Krause, A (2009): Shared services strategies and their determinants: a multiple case study analysis in the public sector. In: 15. Americas Conference on Information Systems.
- [2] Bergeron, B (2003): Essentials of Shared Services. John Wiley & Sons, Hoboken.
- [3] Bogumil, J (2005): Ansätze einer Evaluation von New Public Managementmaßnahmen in ausgewählten OECD Ländern, Bochum.
- [4] Borman, M (2010): Characteristics of a successful shared services centre in the Australian public sector. *Transforming Government: People, Process and Policy* 4(3): 220-231.
- [5] Brüggemeier, M; Röber, M (2011): Auf dem Weg zu einem neuen Produktionsregime? - Eine Analyse des Zusammenhangs von Steuerung und Arbeitsorganisation im öffentlichen Sektor. In: Koch, R; Conrad, P; Lorig, WH (Hrsg.), *New Public Service*. 2. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [6] Byrd, TA; Turner, DE (2000): Measuring the Flexibility of Information Technology Infrastructure: Exploratory Analysis of a Construct. *Journal of Management Information Systems* 17(1): 167-208.
- [7] Chwelos, P; Benbasat, I; Dexter, AS (2001): Research report: Empirical test of an EDI adoption model. *Information Systems Research* 12(3): 304-321.
- [8] Depietro, R; Wiarda, E; Fleischer, M (1990): The Context for Change: Organization, Technology and Environment. In: Tornatzky, LG; Fleischer, M (Hrsg), *The Processes of Technological Innovation*. Lexington Books, Lexington.
- [9] Doolin, B; Troshani, I (2007): Organizational Adoption of XBRL. *Electronic Markets* 17(3): 199-209.



- [10] Fichman, RG (2000): The diffusion and assimilation of information technology innovations. In: Zmud, RW (Hrsg), Framing the Domains of IT Management: Projecting the Future...Through the Past. Pinnaflex Educational Resources, Cincinnati.
- [11] Fichman, RG (1992): Information technology diffusion: a review of empirical research. In: International Conference on Information Systems.
- [12] Fiedler, J; Peters, J; Schuppan, T (2009): Die Neuordnung öffentlicher Verwaltung durch eine Industrialisierung von Verwaltungsprozessen - Bündelungs-, Industrialisierungs- und Shared Service-Ansätze bei der öffentlichen Leistungserbringung.
- [13] Fishbein, M; Ajzen, I (1975): Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. Addison-Wesley.
- [14] Goles, T; Chin, WW (2005): Information Systems Outsourcing Relationship Factors: Detailed Conceptualization and Initial Evidence. SIGMIS Database 36(4): 47-67.
- [15] Gopalakrishnan, S; Damanpour, F (1997): A review of innovation research in economics, sociology and technology management. Omega 25(1): 15-28.
- [16] Hage, JT (1999): Organizational innovation and organizational change. Annual Review of Sociology 25: 597-622.
- [17] Hensen, J (2006): Shared Service Center für die Bundesverwaltung. Verwaltung & Management 12(4): 177-183.
- [18] Hess, H (2005): Aligning technology and business: Applying patterns for legacy transformation. IBM Systems Journal 44(1): 25-45.
- [19] Holtkamp, L (2008): Das Scheitern des Neuen Steuerungsmodells. Der moderne Staat (2): 423-446.
- [20] Janssen, M; Cresswell, AM (2005): An enterprise application integration methodology for e-government. Journal of Enterprise Information Management 18(5): 531-547.
- [21] Janssen, M; Joha, A (2006): Motives for Establishing Shared Service Centers in Public Administrations. International Journal of Information Management 26: 102-115.
- [22] Jeyaraj, A; Rottman, JW; Lacity, MC (2006): A review of the predictors, linkages, and biases in IT innovation adoption research. Journal of Information Technology 21(1): 1-23.
- [23] Joha, A; Janssen, M (2010): Public-private partnerships, outsourcing or shared service centres?: Motives and intents for selecting sourcing configurations. Transforming Government: People, Process and Policy 4(3): 232-248.
- [24] Kammer, M (2007): Die Chance "Public Merger"! Verwaltung & Management 13(6): 289-295.
- [25] Krafzig, D; Banke, S; Slama, D (2006): Enterprise SOA – Service-Oriented Architecture Best Practices. Prentice Hall, New Jersey.
- [26] Krcmar, H (2010): Informationsmanagement. 5. Auflage. Springer, Heidelberg.
- [27] Martín-Pérez, N-J (2008): Service Center Organisation: Neue Formen der Steuerung von internen Dienstleistungen unter besonderer Berücksichtigung von Shared Services. Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden.

- [28] Michell, V; Fitzgerald, G (1997): The IT Outsourcing Market-Place: Vendors and their Selection. *Journal of Information Technology* 12(3): 223-237.
- [29] Morrison, DG (1979): Purchase intentions and purchase behavior. *The Journal of Marketing* 43(2): 65-74.
- [30] Niehaves, B; Krause, A (2010): Shared service strategies in local government – a multiple case study exploration. *Transforming Government: People, Process and Policy* 4(3): 266-279.
- [31] Osner, A (o.J.): Kommunale Dienstleistungspartnerschaften durch Shared Services – Mit weniger Ressourcen effektiver verwalten. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.
- [32] Ostlund, LE (1974): Perceived Innovation Attributes as Predictors of Innovativeness. *Journal of Consumer Research* 1(2): 23-29.
- [33] Rogers, EM (2003): *Diffusion of Innovations*. 5. Auflage. The Free Press, New York.
- [34] Schulz, V; Brenner, W (2010): Characteristics of shared service centers. *Transforming Government: People, Process and Policy* 4(3): 210-219.
- [35] Schulz, V; Übernickel, F; Brenner, W (2008): Erfolgsmessgrößen bei IT Shared Services. Paper präsentiert auf der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik.
- [36] Schwabe, G; Majer, A (2006): Eine IT-Strategie für die öffentliche Verwaltung. In: Wind, M; Kröger, D (Hrsg.), *Handbuch IT in der Verwaltung*. Springer, Berlin Heidelberg.
- [37] Stephen, J; Page, J; Myers, J; Watson, D; Brown, A; Magee, I (2011): System Error – Fixing the Flaws in Government IT. Institute for Government.
- [38] Teo, HH; Wei, KK; Benbasat, I (2003): Predicting intention to adopt interorganizational linkages: An institutional perspective. *MIS Quarterly* 27(1): 19-49.
- [39] Tushman, M (1977): A Political Approach to Organizations: A Review and Rationale. *Academy of Management Review* 2(2): 206-216.
- [40] Ulbrich, F (2010): Adopting Shared Services in a Public-Sector Organization. *Transforming Government: People, Process and Policy* 4(3): 249-265.
- [41] Ulbrich, F; Schulz, V; Brenner, W (2010): Generic Management Challenges of Adopting IT-Shared Services. In: 16. Americas Conference on Information Systems.
- [42] Venkatesh, V; Davis, FD (2000): A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science* 46(2): 186-204.
- [43] Walker, RM (2008): An Empirical Evaluation of Innovation Types and Organizational and Environmental Characteristics: Towards a Configuration Framework. *Journal of Public Administration Research and Theory* 18(4): 591-615.
- [44] Walther, M (2010): Kritische Erfolgsfaktoren für das Kooperationsmanagement in Öffentlich-Privaten Partnerschaften. In: Auerbach, M; Oecking, C; Jahnke, R; Strecker, F; Weber, M (Hrsg.), *Best Practices im Outsourcing*. BITKOM.
- [45] Wegener, A (2007): Kommunale Dienstleistungspartnerschaften - Mit Shared Services zu einer effektiveren Verwaltung. Bertelsmann Stiftung, Deutscher Städte- und Gemeindebund, Gütersloh Berlin.
- [46] Zhang, Z; Yang, H (2004): Incubating Services in Legacy Systems for Architectural Migration. In: 11. Asia-Pacific Software Engineering Conference.

# Konstruktion sozialer Systeme als Gegenstand der Wirtschaftsinformatik – Relevanz und Implikationen für Adoption, Nutzung und Erfolgsmessung

Andreas Drechsler, Heimo H. Adelsberger

Universität Duisburg-Essen, ICB, Wirtschaftsinformatik der Produktionsunternehmen,  
45141 Essen, E-Mail: {andreas.drechsler | heimo.adelsberger}@icb.uni-due.de

## Abstract

Die Diskussion um Ziele, Inhalte und Nutzen eines konstruktionsorientierten Forschungsansatzes ist nicht spezifisch für die Wirtschaftsinformatik. Auch in der Managementforschung findet eine solche seit einigen Jahren unter zum Teil überraschend ähnlichen Vorzeichen statt. Für die Wirtschaftsinformatik ist diese insoweit relevant, als dass die soziale Komponente gerade bei der Adoption und Erfolgsmessung der zu konstruierenden sozio-technischen Informationssysteme (oder gar „möglichen Welten“ [8]) eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. Dieser Beitrag zeigt zentrale Ergebnisse der „Design Science“-Diskussion in der Managementforschung auf und diskutiert Implikationen für die Erfolgsmessung für Artefakte der Wirtschaftsinformatik.

## 1 Einleitung

Neben der Debatte um Gegenstand und Ziele der Wirtschaftsinformatik- und Information Systems-Forschung ist die Diskussion um die Messung des Erfolgs von Informationssystemen ein „Dauerbrenner“. Im Rahmen der konstruktionsorientierten Forschung werden unter anderem die Begründung / Validierung sowie eine Nutzenorientierung der zu konstruierenden Artefakte als zentrale Prinzipien gefordert ([19], S. 5). Hinsichtlich der Messung des Nutzens oder Erfolges von Informationssystemen zeigen bspw. Urbach et al. [27], dass die Mehrheit (54%) der dort untersuchten Publikationen sich am ursprünglichen [4] oder erweiterten [5] Modell von DeLone und McLean orientiert. Weiterhin greifen 87% aller dort untersuchten, empirischen Studien auf quantitative Methoden zurück, die induktiv ermittelte Kausalzusammenhänge zwischen identifizierten Faktoren und dem „Erfolg“ von Informationssystemen implizieren. Dabei werden typischerweise jedoch nur konkrete Instanzen von Informationssystemen berücksichtigt. Aus Sicht einer konstruktionsorientierten Forschung wäre es nun wünschenswert, den Erfolg eines für eine Klasse von Problemen konstruierten Artefakts der Wirtschaftsinformatik (etwa eines Informationssystems) über eine Reihe konkreter Situationen seines Einsatzes in verschiedenen organisationalen Kontexten hinweg messen zu können, um so eine Validitätsbegründung jenseits von isolierten Einzelfällen

abgeben zu können. Das Modell von DeLone und McLean beispielsweise unterscheidet jedoch nicht trennscharf zwischen artefaktspezifischen Erfolgsfaktoren auf der einen Seite, und situativen, einsatzkontextspezifischen Erfolgsfaktoren auf der anderen Seite. Auf diese Weise bleibt für jeden betrachteten „Erfallsfall“ beispielsweise offen, ob das betrachtete Informationssystem letztlich etwa aufgrund seiner Leistungsmerkmale und Eignung, oder nur aufgrund relativ umfassenden Customizings, d. h. Anpassungen an den Einsatzkontext, „erfolgreich“ war, und man im letzteren Falle zumindest darüber streiten könnte, ob es sich noch um das „gleiche“ Artefakt handelt. Auch wird in der Managementforschung eine vergangenheitsbezogene Erfolgsfaktoren- und Kausalorientierung für die Erfolgsmessung von Organisationen generell kritisch gesehen [16] [7]. Weiterhin orientiert sich das Modell von DeLone und McLean nicht an konstruktionsorientierten Prinzipien, und dementsprechend ist es auch nicht in einen konstruktionsorientierten Forschungsprozess eingebettet.

Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieses Beitrags, die beiden bisher weitgehend getrennt betrachteten Thematiken der Konstruktionsorientierung und der Erfolgsmessung von Informationssystemen auf einer konzeptionellen Ebene zu verknüpfen. Dazu wird in diesem Beitrag ein Modell für einen konstruktionsorientierten Forschungsansatz vorgestellt, welches den Einsatzkontext von IT-Artefakten – Organisationen – explizit berücksichtigt, um so einen Rahmen für die kontextabhängige Erfolgsmessung von Artefakten der Wirtschaftsinformatik zu schaffen. Die Entwicklung des Modells erfolgt unter Rückgriff auf zentrale Ergebnisse einer „Design Science“-Diskussion in der Management- und Organisationsforschung. Auf Basis des vorgestellten Modells werden abschließend Konsequenzen und Anforderungen für die Weiterentwicklung der Methodik der Erfolgsmessung von Artefakten der Wirtschaftsinformatik diskutiert.

## **2 Konstruktion sozialer Systeme als Gegenstand der Wirtschaftsinformatik**

Bevor im folgenden Kapitel ein aus der Managementforschung stammender Vorschlag für ein Vorgehensmodell zur Konstruktion sozialer Systeme präsentiert wird, wird zunächst die Relevanz eines solchen aus der Perspektive der konstruktionsorientierten Wirtschaftsinformatik im Detail diskutiert. Eine Organisation wird dabei im Folgenden immer als Spezialfall eines sozialen Systems verstanden. Für eine vertiefende Diskussion siehe auch Picot und Baumann [21].

Im engeren Sinne ist bereits jedes Informationssystem immer in seinem organisationalen Anwendungskontext zu sehen – nach Hess konstituiert diese Kontextbetrachtung sogar die wirtschaftsinformatische Perspektive ([10], S. 8). Ebenfalls manifestiert sich die soziale Komponente in dem klassischen „Dreiklang“ Mensch-Aufgabe-Technik ([11], S. 17). Über die Zeit hinweg hat sich die Wirtschaftsinformatik außerdem über den Erkenntnisgegenstand „Informationssystem“ hinaus entwickelt; so nimmt beispielsweise die Teildisziplin (und -konferenz) „Enterprise Engineering“ bereits im Namen eine explizite Unternehmungs- und damit auch Organisationsperspektive ein. Franks Vorschlag zum Gegenstand der Wirtschaftsinformatik als „Konstruktion möglicher Welten“ schließlich postuliert eine noch umfassendere Perspektive jenseits einer einzelnen Organisation oder eines einzelnen sozialen Systems [8].

Eine andere Perspektive nimmt ergänzend dazu die Teildisziplin des Informations- bzw. IT-Managements ein. Hier geht es – allgemein gesprochen – um den Entwurf von Managementsystemen zum Management von Informationssystemen. Das hier zu konstruierende Artefakt ist also ein reines Managementartefakt, bei dem jedoch die zu managende Informationstechnologie einen Teil des Kontextes darstellt. In einer weiter gefassten Perspektive bildet das IT-Management den Rahmen für die Entscheidung zugunsten einer bestimmten aus einer Vielzahl möglicher Welten. Hier existiert zudem eine sichtbare Nachfrage aus der Praxis nach allgemeinen, konstruierten Managementartefakten, etwa in Form von Industriestandards wie ITIL, COBIT etc., obwohl diese aus Sicht der Forschung eine Vielzahl von Kritikpunkten aufweisen (siehe etwa [12]).

In allen diesen Fällen ergibt sich somit eine explizite Relevanz der bewussten Berücksichtigung des organisationalen Kontextes im Rahmen der Begründung eines konstruierten Artefakts der Wirtschaftsinformatik. Daraus ergeben sich auch verschiedene Fragestellungen der Erfolgsmessung – so ist es zumindest denkbar, dass der Erfolg eines Informationssystems anders zu messen sein wird als der eines Managementsystems oder gar einer „möglichen Welt“ im Sinne von Frank.

### **3 Managementforschung und Design Science**

Um der zuvor skizzierten Relevanz der Berücksichtigung des organisationalen Kontextes Rechnung zu tragen, wird in diesem Kapitel ein Ansatz zur Konstruktion sozialer Systeme aus der Managementlehre in Anlehnung an van Aken ([28], [29], [30], [6], [15]) vorgestellt.

#### **3.1 Einordnung des Ansatzes**

Hintergrund der Ausgestaltung des hier vorgestellten „Design Science“-Ansatzes war die wahrgenommene Notwendigkeit der Steigerung der Relevanz der Managementforschung, sowohl in den Forschungsergebnissen selbst [25], wie auch in der Lehre in Business Schools [1]. Ohne an dieser Stelle hier ins Detail gehen zu können, ähnelt diese Diskussion einschlägigen Beiträgen aus der „Information Systems“-Disziplin, wie etwa von Benbasat und Zmud [2].

In Bezug auf das Ausmaß der „Design Science“-Orientierung in der Managementforschung unterscheiden Pandza und Thorpe drei generelle Strömungsrichtungen [20]. Eine Gruppe um Weick [31] stellt das kreative, zugleich jedoch disziplinierte (rigorose) Theoretisieren von organisationalen Phänomenen in den Vordergrund. Eine zweite Gruppe ist ihnen zufolge um den Ausgleich zwischen theoretischer Rigorosität und praktischer Relevanz bemüht (etwa [13] und [14]). Als prominente Vertreter eines „Design Science“-Ansatzes mit starker Betonung der Praxisrelevanz sehen sie neben van Aken auch Romme [22]. Der Ansatz von van Aken ist jedoch der insgesamt umfassendste, weshalb er als Basis für den im folgenden Abschnitt vorgestellten Prozess herangezogen wird.

#### **3.2 Skizze eines konstruktionsorientierten Forschungsprozesses für die Managementforschung**

Van Aken entwickelt seinen Design Science-Ansatz für die Managementforschung in einer Reihe von Publikationen ([28], [29], [30], [6], [15]) und gründet ihn u. a. auf Simons „Sciences of the Artificial“ [24] und Bunges Ausführungen über technologische Regeln [3]. Der Ansatz

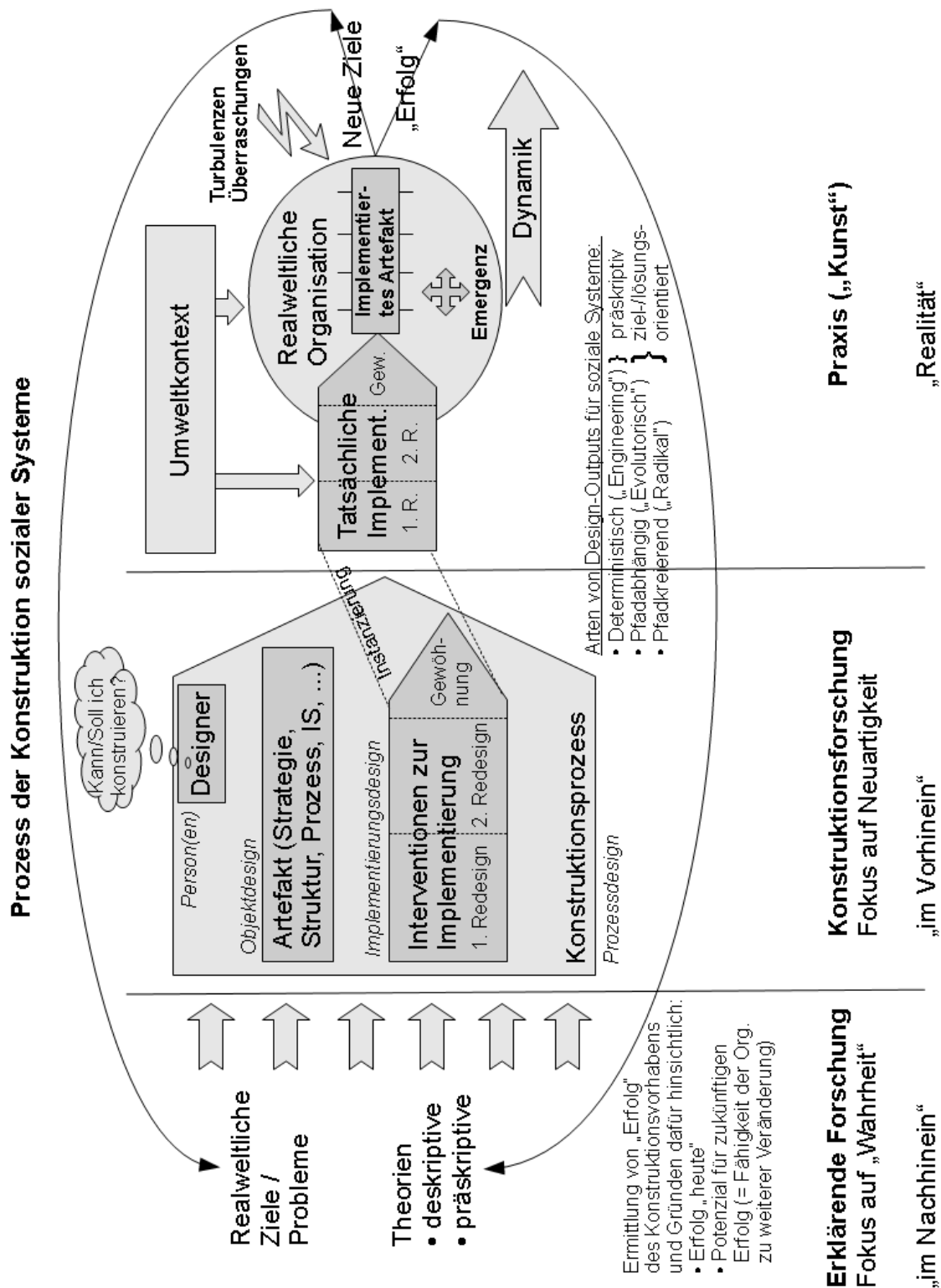
ist in Bild 1 grafisch zusammengefasst und um kompatible Ausführungen anderer Autoren, wie im Folgenden erläutert, erweitert. Als Ausgangspunkt des Konstruktionsvorhabens dienen konkrete Probleme / Problemklassen ([28], S. 225 f.) – oder allgemeiner, Ziele / Zielklassen – realweltlicher Akteure in Bezug auf Organisationen. Das konstruierte Artefakt soll die organisationale Realität dahingehend verbessern, dass die Probleme gelöst, oder die Ziele erreicht werden ([30], S. 68). Dabei soll das Artefakt jedoch nicht nur über einen ggf. vorliegenden Einzelfall hinaus anwendbar sein, sondern darüber hinaus auch ein rigores, wissenschaftliches Fundament aufweisen.

Den Input für den wissenschaftlichen Konstruktionsprozess sollen Theorien der „erklärenden Wissenschaften“ ([6], S. 394) liefern, wobei van Aken hier zwei Arten von Theorien unterscheidet. Deskriptive Theorien liefern „Wahrheiten“<sup>1</sup> über die „Realwelt“, während präskriptive Theorien „Wahrheiten“ in Bezug auf theoriebasierte und empirisch validierte heuristische Gestaltungsregeln ([28], S. 235 ff.) liefern. Bei diesen sollte es sich jedoch nicht um kausale Input-Output-(IO-)Regeln („Wenn X, dann Y“) handeln. Als geeigneter sieht er solche technologischen Gestaltungsregeln, bei denen das Ergebnis letztendlich von geeigneten Mechanismen herbeigeführt werden soll, welche wiederum von Interventionen in der Organisation ausgelöst werden ([28], S. 230 f.). Diese Interventionen wiederum können in einem vorliegenden, spezifischen Kontext geeignet sein, die Mechanismen auszulösen, und so die gewünschten Ergebnisse herbeizuführen, oder auch nicht. Denyer et al. fassen diese unter dem Akronym CIMO-Regeln („Context-Intervention-Mechanism-Outcome“) zusammen ([6], S. 395 f.). Als ein einfaches, abstraktes Beispiel für eine solche Regel nennen sie: „Bei einer Projektaufgabe für ein geographisch verteiltes Team (Klasse von Kontexten) setze man ein Kickoff-Meeting an, bei dem jeder persönlich anwesend ist (Art der Intervention), um durch die Schaffung eines geteilten Verständnisses der Aufgabe und von gemeinsamem Commitment (Mechanismus) ein effektives Team zu formen (beabsichtigtes Ergebnis)“.

Der Hintergrund für diese Betrachtungsweise ist, dass jede spezifische Organisation für sich einzigartig ist und sich zu jedem Zeitpunkt in einer einzigartigen Situation befindet ([22], S. 563). Darüber hinaus ist sie permanent Phänomenen wie Dynamik, Emergenz, Turbulenzen, Überraschungen etc., sowohl von innen als auch aus ihrer Umwelt (ihrem Kontext), ausgesetzt ([15], S. 417 f.). Aufgrund dieser Unsicherheit und Kontingenz sieht van Aken heuristische CIMO-Regeln als geeigneter als kausale IO-Regeln an, allgemeine Gestaltungsansagen in Bezug auf Organisationen zu formulieren, die nicht durch einen hinreichend abweichenden Kontext bereits obsolet werden. Diese CIMO-Regeln stellen somit keine strenge, deterministische, „absolut wahre“ Präskription dar, sondern ein potenzielles Lösungskonzept für eine Klasse von organisationalen Problemen ([29], S. 23), welches nur in spezifischen Kontexten „wahr“ ist. Van Aken betont besonders, dass es aus Sicht der Rigorosität essenziell ist, dass diese Regeln sowohl auf Theorien basieren, als auch sich im Feld empirisch bewährt haben ([28], S. 221). Eine Regel kann dabei umfangsmäßig in einem Satz oder einem ganzen Buch ausgedrückt werden, abhängig von ihrem Grad der Komplexität und differenzierten Ausgestaltung der einzelnen Elemente(Kontext, Interventionen, Mechanismen, Ergebnis) ([29], S. 23). Gemeinsam ist sowohl deskriptiven als auch präskriptiven

<sup>1</sup> Die Begriffe der „Wahrheit“ und „Realwelt“ sind hier bewusst in Anführungszeichen gesetzt, da es sich ganz bewusst um keine naiven Wahrheits- oder Realitätsauffassungen handelt; eine differenzierte Diskussion muss an dieser Stelle aus Platzgründen jedoch leider unterbleiben. Auch der zugrunde gelegte Theoriebegriff verdient sicherlich noch nähere, wissenschaftstheoretische Aufmerksamkeit.

Theorien, dass sie lediglich Aussagen „im Nachhinein“ - d. h. mit Vergangenheitsbezug – treffen können. Beide Arten von Theorien können auf verschiedene Weisen generiert und weiterentwickelt werden; neben „disziplinierter Imagination“ [31] oder systematischer Durchführung von Reviews [26] beispielsweise auch und insbesondere durch wiederholte, qualitative und quantitative Studien zum „Erfolg“ von Konstruktionsvorhaben ([28], S. 229).



**Bild 1:** Prozess der Konstruktion sozialer Systeme (basierend auf u.a. [28], [29], [30], [6], [15])

Im „Design Science“-Forschungsprozess selbst sieht van Aken neben der Gestaltung des Konstruktionsprozesses selbst („Prozessdesign“) die Konstruktion des eigentlichen Artefakts („Objektdesign“), die Konstruktion eines allgemeinen Implementierungsprozesses für die spätere Einbettung des Artefakts in die Organisation („Implementierungsdesign“) ([28], S. 227) sowie ergänzend die Betrachtung der „Person“ des Designers oder Konstrukteurs [15] als relevante Betrachtungsgegenstände. Letzterer sollte sich insbesondere die Frage stellen, ob eine bewusste Konstruktion eines Artefaktes unter den gegebenen Realweltbedingungen überhaupt möglich oder lohnenswert erscheint ([15], S. 419). Als mögliche Artefakte schließt van Aken jegliche Elemente einer zukünftigen organisationalen Realität ein (womit er sich, nebenbei bemerkt, begrifflich auf sehr ähnlichem Terrain wie Frank [8] bewegt). IT-Artefakte sind hier somit als ein Element einer Organisation unter vielen zu verstehen, was u. a. aufgrund der engen Verwebung von IT und Prozessen in heutigen Organisationen durchaus angemessen erscheint.

Den ebenfalls zu konstruierenden Implementierungsprozess schließlich unterteilt van Aken in drei Phasen: zwei Redesigns sowie eine abschließende Phase der Gewöhnung (im Original: „learning to perform“) ([30], S. 75 f.). Im Rahmen der Redesigns soll bereits zum Konstruktionszeitpunkt vorgesehen werden, dass das konstruierte Artefakt später zunächst formal an die spezifische Organisation in ihrem Kontext angepasst wird („1. Redesign“) und anschließend, im Rahmen des konkreten Einführungsprozesses, weitere Anpassungen (bewusst und unbewusst) durch die betroffenen Akteure in der Organisation erfolgen („2. Redesign“). Dieser Anpassungsprozess setzt sich in der „Gewöhnungsphase“ fort, bis die Veränderung schließlich Teil der organisationalen Routinen geworden ist. Mit anderen Worten handelt es sich hier um Maßnahmenplanung für ein geeignetes „Change Management“, das aus einer wirtschaftsinformatischen Sicht sowohl organisationale Elemente (Prozessveränderungen, Anwenderschulungen, ...) wie auch technische Elemente (Informationssystem-Customizing, Integration in die bestehende IT-Infrastruktur, ...) umfassen kann. Im Unterschied zur erklärenden Forschung liegt der Fokus bei dieser Art der „Design Science“ somit nicht auf „Wahrheit“, sondern auf „Neuartigkeit“, mit dem Ziel, über einen Einzelfall hinweg gültige Aussagen – in Form der konstruierten Artefakte – „im Vorhinein“ zu treffen ([15], S. 418).

Die Einführung des konstruierten Artefakts in die Realwelt sieht van Aken letztlich als Akt der „Kunst“ von Managern in der Praxis ([15], S. 416). Diese müssen – unter Berücksichtigung der gegebenen Organisation und ihres Kontextes – die zuvor konstruierte „Blaupause“ des Implementierungsprozesses instanzieren und adaptieren, und im Anschluss das konstruierte Artefakt für die gegebene Organisation ebenfalls adaptieren, um es letztlich erfolgreich integrieren zu können. In der fortschreitenden Dynamik der Organisation ergeben sich schließlich – neben dem „Erfolg“ oder Misserfolg des Implementierungsvorhabens selbst – nach hinreichend langem Verweilen in der Gewöhnungsphase des Implementierungsprozesses auch wieder neue Ziele oder Probleme, was zu einem letztlich zyklischen Durchlaufen des Konstruktionsprozesses führen kann [9]. Eine solche Organisationsveränderung durch ein Managementartefakt auf Basis von CIMO-Gestaltungsregeln kann nach Pandza und Thorpe pfadabhängig oder pfadkreierend wirken. Pfadabhängigkeit bedeutet hier eine lediglich evolutionäre Veränderung der Organisation unter Anknüpfung an ihren bisherigen historischen Entwicklungsweg, während bei einer Pfadkreation ein „radikaler“ Neuentwurf der Organisation beabsichtigt ist [20]. Auch hier ist jedoch wieder zwischen der Intention und der tatsächlichen Realisierung zu differenzieren.



Aus Sicht der Erfolgsmessung kann sich organisationaler Erfolg einmal in Form der Zielerreichung oder Problemlösung im „Jetzt“, aber auch in Form der Aufrechterhaltung und Steigerung der zukünftigen Problemlösungs- oder Transformationsfähigkeit manifestieren [9]. Van Aken unterscheidet weiterhin Alpha- und Beta-Tests ([28], S. 232 f.). Unter Alpha-Tests versteht er die wiederholte Anwendung und Verfeinerung eines Managementartefaktes im selben Kontext (oder zumindest möglichst ähnlichen), während Beta-Tests daran anschließend den bewussten Transfer zu anderen Anwendern in andere Kontexte – und damit auch andere Problemklassen – umfassen. Ziel ist hierbei eine möglichst breite und differenzierte Validierung der Konstruktionen und der angewendeten Gestaltungsregeln unter Berücksichtigung der jeweiligen, realweltlichen Instanzierungskontexte. Damit wird letztlich auch eine Erweiterung des zugrunde liegenden Theoriekanons angestrebt, der so zukünftigen Konstruktionsvorhaben zugute kommen kann.

### **3.3 Kritische Betrachtung und erkannter, weiterer Forschungsbedarf**

Zum State-of-the-Art der Design-Science-Forschung in der Managementforschung ist generell festzuhalten, dass der grundlegende Ansatz dort noch nicht im „Mainstream“ angekommen ist, und sich der Literaturkanon zum großen Teil lediglich auf Schwerpunktausgaben einzelner Journale stützt. Es finden sich dort zwar eine Reihe auch empirischer Studien, jedoch setzen diese den Fokus eher auf das Thema „Organizational Development“ (das Implementierungsdesign). Analoges gilt für andere theoretische Design-Science-Ansätze, etwa von Romme [22]. Insgesamt zeigen nur wenige der empirischen Studien konkrete Instanzierungen dieses oder anderer theoretischer Design-Science-Ansätze, so dass es derzeit wenig empirisch gestützte Fortentwicklung der theoretischen Ansätze gibt. Andersherum betrachtet stehen daher viele der empirischen Studien methodisch und/oder theoretisch im „luftleeren Raum“. „Überlagert“ wird die Design-Science-Diskussion auch durch eine allgemeinere Rigor-vs.-Relevance-Diskussion, bei der Design Science mitunter nur als exemplarische Instanz einer „relevanteren“ Managementforschung genannt wird. In diesem Rahmen sind zudem eine Reihe wissenschaftstheoretischer Fragen aufgeworfen worden, welche noch nicht zufriedenstellend beantwortet zu sein scheinen, auf die aber an dieser Stelle auch nicht weiter eingegangen werden kann. Pandza und Thorpe schließlich betonen bei ihrer kritischen Betrachtung der Design Science in der Managementforschung die Notwendigkeit einer Balance zwischen erklärender und gestaltender Forschung und warnen vor einer zu deterministisch-ingenieurmäßigen Interpretation der Konstruktionsmetapher angesichts des komplexen, dynamischen und generell nicht vollständig zu erfassenden Konstruktionsgegenstandes „Organisation“ / „soziales System“ ([20], S. 183).

## **4 Implikationen für die Adoption, Nutzung und Erfolgsmessung von IT-Artefakten**

Versteht man die Wirtschaftsinformatik nun als konstruktionsorientierte Forschungsdisziplin, die – wie in Kapitel 2 ausgeführt – letztlich Beiträge zur Konstruktion sozialer Systeme liefert, so ergeben sich die folgenden Implikationen für Adoption, Nutzung und Erfolgsmessung der konstruierten Artefakte.

**Trennung von Adoption und Nutzung.** Zunächst einmal wird durch eine solche Perspektive der Prozess der Konstruktion von dem der Adoption und, im zweiten Schritt, dem der Nutzung formal getrennt, und entsprechend auch das Objektdesign vom Implementierungsdesign. Ebenfalls wird dem Sachverhalt Rechnung getragen, dass (etwa bei der Betrachtung von Standardsoftware) der Adoptionsprozess (= die Instanziierung des Implementierungsprozesses) wie auch der Nutzungsprozess (= die Anwendung des u. U. adaptierten Artefakts in einer Organisation) organisations- und damit kontextspezifisch ist. Dies stellt beides eine Ausdifferenzierung gegenüber Modellen wie dem von DeLone und McLean dar, bei dem nicht ersichtlich wird, ob ein gemessener „Net Benefit“ aus unverändert übernommenen Merkmalen des Artefaktes selbst („auf Konstruktebene“) oder aus vorgenommenen Anpassungen bei der Einführung in den organisationalen Kontext („auf Instanzebene“) resultiert. Die vorgenommene Trennung zwischen intendierter und tatsächlicher Nutzung im erweiterten Modell von DeLone und McLean geht zwar in diese Richtung, lässt aber keine differenzierteren Rückschlüsse zu. In dieser Beziehung erlaubt zudem die hier vorgestellte Unterteilung des Implementierungsprozesses in zwei Redesignphasen und eine abschließende Phase der Gewöhnung weitergehende, detaillierte Analysen, ob Lücken zwischen der intendierten und tatsächlichen Nutzung auf unzureichende Maßnahmen des Change Managements zurückzuführen sind oder auf eine generelle Ungeeignetheit des IT-Artefakts als solchem.

**Kontextbezogene Erfolgsmessung.** Aus Sicht einer Erfolgsbetrachtung erweitert die hier vorgestellte Ziel- und Lösungsorientierung der realweltlichen Akteure die Beschreibungsdimension von „Erfolg“, so dass auch dieser als kontext-(stakeholder-)abhängig betrachtet wird. Zudem werden durch die erweiterte Organisationsperspektive Grenzen der Kausalität, auch jenseits von Kontextfaktoren, die wahrgenommen oder berücksichtigt werden können, deutlich gemacht. Erfolg oder Misserfolg der Nutzung eines IT-Artefakts kann im organisationalen Kontext, wie hier dargestellt, auf der einen Seite auch durch unvorhersehbare Überraschungen oder emergenten Wandel der Organisation maßgeblich beeinflusst sein. Eine entsprechende „Kunstfertigkeit“ der Manager in der Praxis bei der Ausgestaltung des konkreten Implementierungsprozesses kann solche unvorhersehbaren Faktoren auf der anderen Seite aber auch kompensieren. Auch diese „Kunstfertigkeit“ spielt also im Rahmen der Erfolgsbetrachtung als ein potenzieller Einflussfaktor eine Rolle. Sie entzieht sich aber letztlich einer präzisen Messbarkeit, und damit einer Zurechenbarkeit für den Erfolg oder Misserfolg eines IT-Artefakts. Ein weiterer hier aufgeworfener Aspekt ist der Zeithorizont oder die Nachhaltigkeit der Erfolgsgröße. Gerade durch den Einsatz von IT besteht die Möglichkeit einer starren Formalisierung von Organisationsstrukturen, die zwar in einem gegebenen Kontext zum Implementierungszeitpunkt sehr „erfolgreich“ sein können, langfristig aber zu Lasten der Anpassungsfähigkeit einer Organisation gegenüber neuen Umweltsituationen oder internen Veränderungen gehen können.

**Mögliche Ansätze zur kontextbezogenen Erfolgsmessung von Artefakten.** Van Aken selbst ([28], S. 232 f.) empfiehlt für seinen Ansatz, wie zuvor ausgeführt, eine bewusste Betrachtung des Einsatzkontextes, so dass eine Evaluation einmal in Form von „Alpha-Tests“ (in ähnlichen Kontexten, wobei auch die Ähnlichkeit näher operationalisiert werden sollte, was er nicht tut) und anschließend eines „Beta-Tests“ (in bewusst unterschiedlichen Kontexten) erfolgen sollte, um so Rückschlüsse auf das Ausmaß der Eignung des Artefakts abhängig von verschiedenen Kontexten ziehen zu können. Da derzeit eine konkrete Anwen-

derung des hier vorgestellten Ansatzes noch nicht abgeschlossen ist, kann in Bezug auf die Methodenwahl an dieser Stelle lediglich die begründete Vermutung ausgesprochen werden, dass „Mixed-Methods“-Ansätze, also eine gezielte Kombination von qualitativen und quantitativen Erhebungsverfahren, am besten geeignet erscheinen. Bei der genauen Methodenkongfiguration ist besonders darauf zu achten, dass eine Generalisier- und Vergleichbarkeit der Ergebnisse über die Kontextspezifika hinweg erreicht wird, ohne jedoch die Kontextfaktoren selbst außer Acht zu lassen. Da der Ausgangspunkt eines Konstruktionsvorhabens dem Ansatz zufolge eine konkrete Frage- oder Problemstellung eines realweltlichen Aktors ist – und damit subjektiv geprägt sein kann – ist auch die Existenz eines objektiv messbaren Erfolgsbegriffs zumindest in Frage zu stellen (etwa „Erfolg“ als die Erhöhung des zukünftigen Potenzials der Organisation für Erfolg im Sinne von Veränderungsfähigkeit). Auf der anderen Seite steht hier die Gefahr der „Verwässerung“ von Erfolgsbegriffen.

**Verknüpfung von Erfolgsmessung und Konstruktionsforschung.** Ein zentrales Merkmal des hier vorgestellten Ansatzes ist jedoch die integrale, konkrete Verbindung der Forschungsrichtung um den „Erfolg“ von IT-Artefakten mit der Konstruktionsforschung. Der Rückgriff auf empirische Untersuchungen ist für den hier dargestellten Ansatz ein expliziter und tragender Bestandteil zum Aufbau und zur Fortentwicklung des „Theoriebestandes“. Gemessener Erfolg – wie auch immer er definiert und operationalisiert sein mag – dient dabei zur Validierung bestehender technologischer Gestaltungsregeln und analog, Misserfolg zur „Falsifizierung“ bzw. zur Aufdeckung von Bedarf, die Artefakte oder zugrunde liegenden technologischen Regeln bezüglich des Kontexts, der Interventionen oder der Mechanismen entsprechend zu verfeinern. Sowohl in der Wirtschaftsinformatik [18] als auch in der Managementforschung [17] gibt es Stimmen zugunsten von Forschungsanstrengungen, nicht nur Erfolge, sondern verstärkt auch Misserfolge und Scheitern zu untersuchen.

**Erfolgsmessung in der Wirtschaftsinformatik „jenseits“ von Informationssystemen.** Bei einer Erweiterung der Betrachtung auf Managementsysteme, können die eingangs erwähnten Industriestandards als – vermutlich auf nicht-wissenschaftliche Weise zustande gekommene – Sammlung technologischer Regeln aufgefasst werden. Die hier diskutierte Aufteilung in Kontext, Intervention und Mechanismus findet sich in solchen Standards implizit und in Ansätzen – etwa dass der ITIL-Standard sagt, „was“ zu tun ist, aber nicht „wie“. Er verbleibt also bewusst auf Konzeptebene, und überlässt die konkrete Realisierung und Adaption den Akteuren auf einer Instanzebene. Durch Anwendung des hier vorgestellten Ansatzes wäre es nun möglich, Gründe für den „Erfolg“ derartiger Industriestandards in der Praxis auf wissenschaftlich fundierte Weise herauszuarbeiten und, durch Analyse von Erfolgen und Misserfolgen, begründet Vorschläge für zukünftige „Konstruktionsvorhaben“ der Konstruktion und Adoption von Managementstandards in der Praxis zu unterbreiten. Bezogen auf die von Frank diskutierte „Konstruktion möglicher Welten“ [8] als Aufgabe der Wirtschaftsinformatik erscheint der hier vorgestellte Ansatz grundsätzlich – wenn auch aufgrund der unterschiedlichen Abstraktionsebene nicht explizit – anschlussfähig. Er berücksichtigt zudem einige der dort genannten „Knackpunkte“, wie versteckte Werturteile (durch wertfreie technologische Regeln), Kontingenz (u. a. durch die heuristische Natur der CIMO-Regeln sowie eine weit gehende Verlagerung der „Kontingenzhandhabung“ in die „Kunstfertigkeit“ des Managers aus der Praxis) oder Begründung (durch die Explizitheit der Regeln wie auch des gesamten Konstruktionsprozesses bzw. seiner kontextspezifischen Instanzierung).

## 5 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag wurden Implikationen für die Erfolgsmessung von Informationssystemen aufgezeigt, die entstehen, wenn die Betrachtungsperspektive über konkrete, einzelne Instanzen von Informationssystemen in Organisationen hinaus auf Artefakte der Wirtschaftsinformatik ausgedehnt wird, welche für eine Klasse von Problemen konstruiert worden sind. Um diesen organisationalen Kontext zu berücksichtigen, wurde dazu ein aus der Managementforschung entlehnter Ansatz zur Konstruktion sozialer Systeme vorgestellt, der Konstruktion, Adoption und Nutzung von organisationalen Artefakten trennt. Indem Informationssystem-Artefakte als ein Sonderfall von organisationalen Artefakten aufgefasst werden, wurde eine Anschlussfähigkeit an Diskussionen in der Wirtschaftsinformatik hergestellt. Inhaltlich zeigt der Ansatz einen möglichen Rahmen für eine differenzierte Erfolgsbetrachtung von Informationssystemen unter Berücksichtigung der jeweiligen organisationalen Einsatzkontexte auf. Auch verankert er ein Wechselspiel zwischen empirischer und konstruktionsorientierter Forschung, so dass letztere sich auf technologische Regeln stützen kann, welche auf fundierte Weise als „kontextbezogen potenziell erfolgreich“ validiert worden sind. Für diese Validierung erscheinen methodisch „Mixed Methods“-Ansätze am vielversprechendsten, das Spannungsfeld zwischen generalisierenden Aussagen über einzelne Instanzen hinweg und den Spezifika der einzelnen Instanzen zu handhaben.

Zusammenfassend zeigt der hier vorgestellte Ansatz somit eine mögliche Richtung auf, welche die Erfolgsforschung aus „kausalen Zwängen“ befreien, sowohl inhaltlich als auch methodisch zu neuen Ufern führen und zudem eine explizite Verknüpfung mit einem konstruktionsorientierten Forschungsverständnis herstellen kann. In diesem Zusammenhang kann der hier vorgestellte Ansatz zu einer Operationalisierung der abstrakt geforderten Nutzenorientierung von typischen, konstruierten Artefakten der Wirtschaftsinformatik dienen.

Da, wie zuvor ausgeführt, die durchgängige, praktische Anwendung dieses Forschungsansatzes noch in den Anfängen steckt, bleibt hier auch genügend Raum für vielfältige, zukünftige Forschungsvorhaben und -aktivitäten. Dies gilt beispielsweise für die Entwicklung und Reflektion über konkrete methodische Wege, wie sich die im vorangegangenen Kapitel vorgestellten Implikationen für eine differenzierte „Erfolgsmessung“ in der Forschungspraxis realisieren lassen. Offen ist aus wissenschaftlicher Sicht außerdem die Einordnung des hier vorgestellten Ansatzes in die umfassende Debatte um Konstruktionsorientierung in der Wirtschaftsinformatik, der „Information Systems“ wie auch der Managementforschung. Diese wird an dieser Stelle aus Gründen des fehlenden thematischen Rahmens nicht weiter ausgeführt, verspricht aber aus Sicht der Autoren einen relevanten Mehrwert durch eine – im besten, wirtschaftsinformatischen Sinne zu verstehende – „Integration“ der beteiligten Wissenschaftsdisziplinen.

## 6 Literatur

- [1] Bennis, WG; O'Toole, J (2005): How Business Schools Lost Their Way. Harvard Business Review 83 (5): 96-104.
- [2] Benbasat, I; Zmud, RW (1999): Empirical research in Information Systems: The practice of relevance. MIS Quartely 23 (1), 3-16.
- [3] Bunge, M (1967): Scientific Research II: The Search for Truth. Springer, Berlin.
- [4] DeLone, WH; McLean, ER (1992): Information systems success: the quest fort the dependent variable. Information Systems Research 3 (1): 60-95.
- [5] DeLone, WH; McLean, ER (2003): The DeLone and McLean model of information systems success: a ten year update. Journal of Management Information Systems 19 (4), 9-30.
- [6] Denyer, D; Tranfield, D; van Aken, JE (2008): Developing design propositions through research synthesis. Organization Studies 29 (3): 393-413.
- [7] Dunbar, RLM; Starbuck, WH (2006): Learning to design organizations and learning from designing them. Organization Science 17 (2): 171-178.
- [8] Frank, U (2009): Die Konstruktion möglicher Welten als Chance und Herausforderung der Wirtschaftsinformatik. In: Becker, J; Krcmar, H; Niehaves, B (Hrsg.): Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik, Physica, Heidelberg, S. 167-180.
- [9] Garud, R; Jain, S; Tuertscher, P (2008): Incomplete by design and designing for incompleteness. Organization Science 16 (4): 599-617.
- [10] Hess, T (2010): Erkenntnisgegenstand der konstruktionsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Österle, H; Winter, R; Brenner, W (Hrsg.): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, Infowerk, Nürnberg, S. 7-11.
- [11] Heinrich, LJ; Heinzl, A; Riedl, R (2011): Wirtschaftsinformatik – Einführung und Grundlegung, 4. Aufl, Springer, Heidelberg.
- [12] Hochstein A; Zarnekow, R; Brenner, W (2004): ITIL als Common-Practice-Referenzmodell für das IT-Service-Management – Formale Beurteilung und Implikationen für die Praxis. Wirtschaftsinformatik 46 (5), S. 382-389.
- [13] Hodgkinson, GP; Herriot, P; Anderson, N (2001): Re-aligning the stakeholders in management research: lessons from industrial, work and organizational psychology. British Journal of Management 12 (S1): S41-S48.
- [14] Huff, AS; Huff, JO (2001): Re-focusing the business school agenda. British Journal of Management 12 (S1): S49-S54.
- [15] Huff, AS; Tranfield, D; van Aken, JE (2006): Management as a design science mindful of art and surprise. Journal of Management Inquiry 15 (4): 413-424.
- [16] March, JG; Sutton, RI (1997): Organizational performance as dependent variable. Organization Science 8 (6), S. 698-706.

- [17] Mellahi, K; Wilkinson, A (2010): Managing and Coping With Organizational Failure: Introduction to the Special Issue. *Group & Organization Management* 35 (5), 531-541.
- [18] Mertens, P (2008): Fehlschläge in IT-Großprojekten in der öffentlichen Verwaltung – Ein Beitrag zur Misserfolgsforschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Bichler, M; Hess, T; Krcmar, H; Lechner, U; Matthes, F; Picot, A; Speitkamp, B; Wolf, P (Hrsg.): Tagungsband zur Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, GITO, 243-244.
- [19] Österle, H; Becker, J; Frank, U; Hess, T; Karagiannis, D; Krcmar, H; Loos, P; Mertens, P; Oberweis, A; Sinz, E (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Österle, H; Winter, R; Brenner, W (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*, Infowerk, Nürnberg, S. 1-6.
- [20] Pandza, K; Thorpe, R (2010): Management as Design but What Kind of Design? An Appraisal of the Design Science Analogy for Management. *British Journal of Management* 21 (1): 171-186.
- [21] Picot und Baumann (2008): Die Bedeutung der Organisationstheorie für die Entwicklung der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 51 (1): 72-81.
- [22] Romme, AGL (2003): Making a difference: organization as design. *Organization Science* 14 (5): 558-573.
- [23] Romme, AGL; Endenburg, G (2006): Construction principles and design rules in the case of circular design. *Organization Science* 17 (2): 287-297.
- [24] Simon, HA (1996): *Sciences of the Artificial*, 3. Aufl., MIT Press, Cambridge, MA.
- [25] Starkey, K; Madan, P (2001): Bridging the relevance gap: aligning stakeholders in the future of management research. *British Journal of Management* 12 (S1): S3-S26.
- [26] Tranfield, DR; Denyer, D; Smart, PK (2003): Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management* 14 (3): 207-222.
- [27] Urbach, N; Smolnik, S; Riempp, G (2009): Der Stand der Forschung zur Erfolgsmessung von Informationssystemen – Eine Analyse vorhandener mehrdimensionaler Ansätze. *Wirtschaftsinformatik* 52 (4): 363-373.
- [28] van Aken, JE (2004): Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. *Journal of Management Studies* 41 (2): 219-246.
- [29] van Aken, JE (2005): Management research as a design science: articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. *British Journal of Management* 16 (1): 19-36.
- [30] van Aken, JE (2007): Design science and organization development interventions: aligning business and humanistic values. *Journal of Applied Behavioural Science* 43 (1): 67-88.
- [31] Weick, KE (1989): Theory construction as disciplined imagination. *Academy of Management Review* 14 (4): 516-531.

# **IT Performance Management / IT-Controlling**





# **Making Strategic IT/IS Management Comparable: Designing an Instrument for Strategic IT/IS Benchmarking**

**Katharina Ebner, Gerold Riempp**

EBS Business School, Institute of Research on Information Systems (IRIS),  
65187 Wiesbaden, E-Mail: [katharina.ebner@ebs.edu](mailto:katharina.ebner@ebs.edu), [gerold.riempp@ebs.edu](mailto:gerold.riempp@ebs.edu)

**Benjamin Müller**

University of Mannheim, Chair of Information Systems IV,  
68131 Mannheim, E-Mail: [mueller@eris.uni-mannheim.de](mailto:mueller@eris.uni-mannheim.de)

**Nils Urbach**

EBS Business School, Institute of Research on Information Systems (IRIS),  
65187 Wiesbaden, E-Mail: [nils.urbach@ebs.edu](mailto:nils.urbach@ebs.edu)

**Helmut Krcmar**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
85748 Garching, E-Mail: [krcmar@in.tum.de](mailto:krcmar@in.tum.de)

## **Abstract**

In light of the continued economic pressure on IT organizations, the efficient delivery of IT/IS services remains a crucial issue. Hence, IT managers have to break down and justify their service delivery costs. For this purpose, many IT executives revert to comparative assessments like IT/IS benchmarking. In recent years, IT/IS benchmarking has been increasingly used to support IT/IS management on a strategic level. This approach has specific requirements for the data collection instrument. Hence, this paper introduces such an instrument for strategic IT/IS benchmarking and presents its development over a period of more than six years, during which it was applied in 126 companies.

## **1 Introduction**

Today's IT organizations can be described as a "business within a business" [29, p. 432]. This requires IT executives to refocus from the classic "plan, build, run" approach to the more sophisticated "source, make, deliver" [39]. Managing IT/IS strategically has therefore become more complex, thus increasing the need for appropriate information to steer IT/IS efficiently. Benchmarking has been identified as a well suited tool for measuring the relative efficiency of

IT/IS [18, 26]. Nevertheless, such benchmarks often focus on performance or prices of certain IT services [29], or are used mainly for marketing purposes [18]. Unfortunately, and despite the rather long tradition of strategic benchmarking [e.g., 36], experiences of its use in the strategic IT/IS management (SITM) context have scarcely been documented to date [26]. Hence, in this paper, we introduce an instrument for strategic IT/IS benchmarking. We describe how it was developed and applied, as well as how the various parts of the instrument contribute to making SITM comparable. The instrument has undergone four revision cycles, during which 126 companies' feedback was incorporated. Among these companies, several reported on how the benchmarking results had helped them to revise their strategy or at least to identify areas of future improvement. This leads us to the conclusion that our instrument allows a systematic comparison and, therefore, an assessment of SITM.

## **2 Theoretical background**

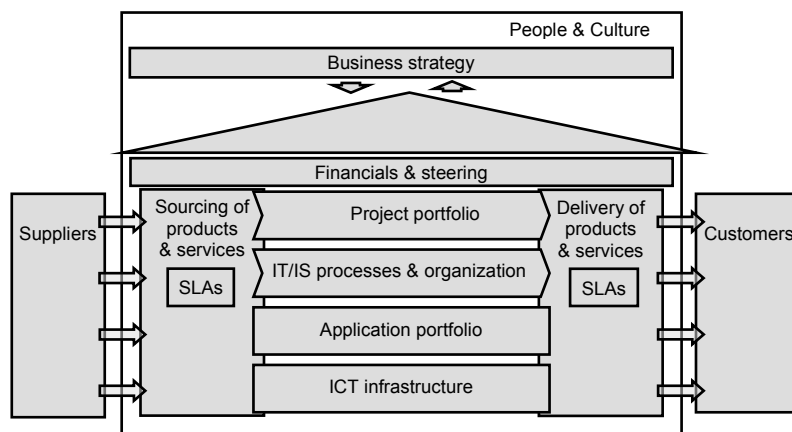
### **2.1 Benchmarking**

Benchmarking can be defined "as a continuous search for and application of significantly better practices that lead to superior competitive performance" [36, p. 2]. The data needed for this is gathered by measuring both qualitative and quantitative indicators in the respective domains. Benchmarking has become an established approach – also in the IT/IS field [14, 28]. However, IT/IS benchmarking has mainly focused on products and services – particularly on costs and other quantitative measures – and only recently began to incorporate business processes [29]. Benchmarking on the strategy level, however, has not yet been fully embraced [23], especially not within IT/IS [19]. Despite its long tradition, there is to date no consensus regarding the theoretical foundation of benchmarking [24]. For example, there are many different benchmarking classifications that structure the benchmarking object [10, 11, 19]. Most of these suggestions are based on the approach by Camp [4] and have been adapted to a specific application context. However, five key benchmarking activities are generally required: (1) determine what to benchmark, (2) form a benchmarking team, (3) identify benchmark partners, (4) collect and analyze benchmark data, and (5) take action [7]. The underlying data collection instrument is an integral part of every benchmark study, reflecting its structure and focus. Such an instrument's design is crucial for the comparability and expressiveness of the issues analyzed, since it has to capture not only the necessary contents, but also the related context. The latter is a crucial factor for a benchmark study's sustainable success [17, 26].

### **2.2 Strategic IT/IS management as a benchmarking object**

As a benchmarking object, SITM influences the respective benchmarking instrument's design. On the one hand, the instrument needs to cover all aspects with regard to contents, while, on the other hand, the IT/IS management processes also need to be considered. Regarding the contents of SITM, its various domains and their mutual dependencies have to be taken into account. Several classification approaches distinguish between IT applications [30], IT infrastructure [22], strategic and organizational aspects [1], and the functional IT context [32]. However, there are only few approaches to structuring the complete SITM domain. Earl [9], for example, distinguishes between IS, IT, and IM strategy. Other approaches embed IT

strategy functionally; that is, with respect to certain business areas in the organization's context [e.g., 1, 32]. Mocker and Teubner [22] consider IT infrastructure, IS, and the underlying resources. The lack of empirical grounding and the mere marginal consideration of the organizational structures are the weak point of many of these approaches. Riemp et al. [27] address this challenge by proposing and validating an empirically grounded, integrated SITM framework. By incorporating IT professionals' practical experiences regarding the requirements of actual IT organizations, they increase their model usability and acceptance. Hence, we have decided to structure our instrument on the basis of this framework (figure 1). In addition to covering the relevant contents, an instrument for strategic IT/IS benchmarking should also be adapted to the SITM process. According to Chen et al. [6], research has considered SITM as a process from various perspectives, ranging from strategic IS planning and strategic business-IT alignment to the competitive use of IS. However, as characterized in the introduction, the recent IT/IS developments call for an adaption of existing approaches [12, 13]. Several authors have therefore started to transfer approaches from traditional management to IT/IS [6]. In addition, Müller et al. [26] emphasize the usefulness of benchmarking to determine IT's current strategic position. These authors also stress the importance of contextual fit for a successful benchmarking. This has an important implication for the design of an instrument for strategic IT/IS benchmarking: The instrument's possibility to capture context information must be given. We have considered this requirement in our research.



**Figure 1: Strategic IT/IS management reference framework [27]**

### 2.3 Quality criteria for benchmark instruments

When developing a benchmark instrument, various quality criteria need to be fulfilled. We identified these criteria by reviewing the existing literature and reverting to “additional knowledge”; that is the “experiences and expertise that define the state-of-the-art in the application domain of the research” [15, p. 89]. The first two important quality criteria have already been presented in the previous section. First, a benchmarking instrument needs to cover the relevant contents of the benchmarking domain – in our case, SITM. This also leads to a better understanding of why specific data is collected and what is, in turn, necessary for top management commitment to and acceptance of the benchmark project [e.g. 4, 17, 26]. Second, the instrument needs to consider the processes of that domain. An important aspect here is the possibility to contextualize the results according to the SITM process. A sound contextualization also fosters interpretability [4]. Further, comparability is an important

precondition of interpretability. A benchmarking instrument needs to assure that the data collected from different companies can actually be compared [e.g., 4, 17]. This can be achieved, for example, by providing all the participants with precise definitions of the data to be collected. However, a trade-off is needed between precision and comfort to keep the definitions manageable [4]. The definitions' proper level of detail can often only be determined over time by incorporating participants' feedback. Finally, the most important quality criterion of a strategic benchmarking instrument is purpose fit – in our case, the enabling of a comprehensive SITM comparison.

### 3 Methodology

In our research, we rely on the design science paradigm [16, 21]. In general, design artifacts can be both technical and organizational-methodological [2, 34]. Our instrument falls into the second category. In the course of the last six years, we developed our instrument through a total of four iteration rounds (see table 1). Within these iterations, we conducted rigor and relevance cycles. In the rigor cycles, we either incorporated new insights from research or practice, or analyzed and included the feedback from the previous iteration. In the relevance cycles, we applied our instrument in a benchmarking study and captured feedback from the participants by using questionnaires and workshops. In addition, we reverted to our observations of the respective benchmarking studies to evaluate our instrument. During the different iterations, we used various research methods. For example, in the iterations 1, 2, and 4, we mainly relied on exhaustive literature work [37], expert interviews, and workshops [3]. In addition, our knowledge of and experiences in the domain were used to develop the instrument. In iteration three, we mainly relied on case research [38] to obtain deeper insights into how our instrument is used during strategic IT/IS management. A detailed report on the methodology and results of this third iteration can be found in [25].

<i>Iteration</i>	<i>Diagnostic</i>	<i>Design decisions</i>	<i>Effects on instrument</i>
#1 – Initial application	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitions are too imprecise</li> <li>• Question wording needs revision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More detailed explanation of terms and KPIs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compilation of short glossary</li> <li>• Revision of question wording</li> </ul>
#2 – Instrument redesign	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vast amount of change proposals with regard to covered contents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrument redesign on the basis of a reference framework for SITM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seven subquestionnaires covering SITM domains</li> </ul>
#3 – Incorporation of process model	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benchmarking needs to be embedded into the overall IT/IS strategy process</li> <li>• Benchmark results need sound contextualization for improved interpretability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension of instrument with a process model</li> <li>• Extension of instrument to allow for collection of context information</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Method for strategic IT/IS benchmarking</li> <li>• Section to collect predefined context information</li> <li>• Comment fields for additional context information</li> </ul>
#4 – Refinement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT's changing role towards a "business within the business" needs to be accounted for</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rework and improvement regarding IT service management and IT processes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• New sections regarding service management covering insights from ITIL and related disciplines</li> </ul>

**Table 1: Iteration process of instrument development**

## 4 Instrument development

Our instrument was developed in four iteration rounds. The first one started in 2004 and the most recent concluded in 2010. In total, we applied our instrument to 126 companies to which we had access via a large benchmarking initiative. The participants spanned 12 industries, their sizes ranged from very small up to very big (global players), and they had very different maturity levels with respect to strategic IT management. At the beginning of every benchmarking round, we held single-day introductory workshops to assure that all participants understood our instrument and would fill it out in a similar fashion. While we plan to keep improving the instrument in the future, we decided to present our instrument now, as we have dealt with each of the previously identified quality criteria at least once. We adjusted the instrument's content perspective, solved many comparability issues, and investigated the process perspective by extending the instrument with a process model and a way to contextualize the results. Each of the four iteration rounds also provided profound insights into the instrument's applicability. The overall iteration process is described in table 1; an overview of the benchmark instrument in its current version is presented in table 2.

### 4.1 Initial instrument development

During the initial instrument development, we aimed at covering the relevant SITM facets, while keeping the instrument as parsimonious as possible to make it manageable for IT executives. This trade-off resulted in a single questionnaire with 400 questions focused on essential SITM issues, such as the basic costs and quantities, as well as the qualitative measures of IT strategy. We pretested the instrument in seven companies and incorporated the feedback into the questionnaire. The purpose of this pretest was to remove bugs and test the instrument's general understanding and applicability.

### 4.2 Iteration 1: Initial application

During the pretest, the users had various problems understanding the questions and indicators. Consequently, we reformulated the problematic questions and compiled a short glossary for the participants. Technical bugs were also removed. After this pretest, we applied our instrument in two benchmark studies with a total of 76 companies in 2004 and 2005. During these studies, it became apparent that precise definitions and delineations of the cost measures are crucial. Despite a short glossary, the 36 participants in the 2004 study had many queries regarding definitions and delimitations. Unfortunately, we were not able to answer all of them right away – some were simply too detailed. In the final workshop, most participants expressed their appreciation of the contents, but had concerns regarding some of the indicators' comparability due to their definitions' lack of precision. Consequently, we revised these definitions after this benchmark round. Other feedback, such as proposals for additional contents, was kept in mind but not incorporated, as we were focusing on the definitions. The revised instrument was then again applied in a benchmark study with 40 companies in 2005. The feedback was very encouraging. Many of the participants maintained that the benchmarking allowed them to compare their IT/IS on a strategic level for the first time. Additionally, the remaining definitional imprecision was not as problematic as it had been before. Again, many suggestions were made regarding further content improvements and additions.

### 4.3 Iteration 2: Instrument redesign

After iteration 1, we had a vast number of ideas on how the instrument could be improved. However, the ideas were so multifaceted and heterogeneous that we were unable to summarize them in a few moderate changes. Consequently, we decided to do a major redesign of the instrument. Considering the number of improvement ideas, it became clear that not all of them could be handled in one monolithic questionnaire. We therefore decided to build the necessary restructuring on an existing scientific SITM reference framework, which would increase the participants' acceptance of the instrument. Hence, during the rigor cycle of the second iteration round, we conducted an extensive literature search for SITM reference frameworks. We finally decided to use the framework depicted in figure 1, as it was the only one that had been empirically tested. We then restructured and extended our instrument on the basis of the framework's domains, which resulted in seven sub-questionnaires. Most of the resulting structures and measurements can be found in table 2. These have undergone only a few adjustments since then. In addition to this redesign, we again improved our definitions. We thus not only extended the glossary, but also added detailed completion information on every question. To account for the now much longer instrument (1000 items, instead of 400), we decided to make only the basis questionnaire ("Organizational context and IT strategy"; see table 2) mandatory and the others optional. To evaluate our redesigned instrument, we applied it in a benchmarking study with 26 companies in 2007. This time, we used short questionnaires in the final workshop to capture the feedback in a structured way. Most of the participants stated that the new structure was very well suited for strategic IT/IS benchmarking and that they could match their IT organization very well with the framework. The modularized structure received many positive reactions, as it enabled the distribution of the sub-questionnaires to the respective company experts. Furthermore, the refined definitions and completion information led to positive reactions, although there were still questions on the cost measures.

### 4.4 Iteration 3: Incorporation of process model

Besides the reactions to the instrument's new structure, the additional comments and reactions in the second iteration round mainly pointed towards IT organization's changing role to a service provider and the importance of a proper strategy process integration. Benchmarking projects seemed to be more successful if companies choose a participative approach with all the relevant stakeholders. While our attention was strongly focused on the contents of the benchmarking endeavor so far, the participants' feedback highlighted the need to take a closer look at the process perspective. Consequently, in the third iteration round, we took the opportunity to participate in three companies' strategic IT planning processes. These companies were chosen as they relied on benchmarking as part of their efforts to generate data needed for strategy making. In this convenience sample, we observed our instrument's use during the IT strategy process. The case studies took place from the summer of 2007 to the winter of 2008 in companies from different industries, of different sizes, and structures. Each case study took between two and five months to complete. For a detailed description of the cases and results see [25]. The insights we generated allowed us to derive several important design decisions. The first was to extend the mere content structuration by introducing a process and role model. These models would ensure the successful execution of a benchmarking project and its proper integration into the overall strategic planning process. Second, the active involvement of IT management experts, supported, for example, by

appropriate top management attention, seemed instrumental to generate not only output, but actual outcome. This approach, in combination with additional comment fields in the questionnaires and a new section capturing context information, allowed for a much better contextualization of the benchmark results. This, in turn, leads to a higher degree of interpretability and, eventually, increased acceptance of the results.

#### **4.5 Iteration 4: Refinement**

In these three in-depth case studies, something that had already sometimes showed up in previous iterations became very apparent: The change in IT organizations' role towards IT service providers. We realized that this development would also have to be reflected in our instrument. In this iteration, we bundled our expertise with that of a second scientific IT/IS benchmarking initiative. Their experiences and competencies, especially with regard to IT service management, strongly contributed to improving our instrument. We restructured and extended our fifth questionnaire "IT organization and IT processes" to account for IT's new role according to the "source, make, deliver" paradigm. We therefore incorporated process analyses according to ITIL, determined the process and service management quality more precisely, and added a detailed section on the service desk as the most important interface to business users. Again, we revised and improved our glossary and definitions. The resulting instrument was then validated in a benchmarking round in 2010. A total of 14 companies participated. For the first time, almost no questions were raised regarding the delineation of IT costs. Most of the participants accepted the definitions without question. Nevertheless, questions now arose regarding the newly incorporated sections, such as the service desk. Furthermore, in the questionnaire about "IT services" in which we had adjusted some of the services (e.g., servers or telephony), several questions were raised about the definitions. However, in our current fifth iteration round, these issues are being adjusted and revised.

### **5 A benchmarking instrument for strategic IT/IS management**

Our benchmark instrument at the end of iteration round four consisted of seven sub-questionnaires covering the SITM domains according to Riempp et al. [27]. An overview of the questionnaires can be found in table 2. The complete questionnaire is available on request from the authors. We collect both quantitative and qualitative data. Quantitative measures are used for costs and other countable facts, while qualitative measures collect "softer" facts with the help of nominal or Likert scales. Qualitative questions allow for a more holistic analysis of a companies' SITM. This is supported by comment fields for additional context information and detailed definitions for each item. On the basis of the collected items, we calculate a set of 130 key performance indicators (KPIs) (for examples, see table 2). From the quantitative measures, we derive common KPIs such as IT costs per turnover, margin or outsourcing quota, but also subject-specific KPIs such as the average ticket backlog per service desk employee. With respect to the qualitative measures, the items captured via Likert scales are of particular interest. These items allow for the derivation of summarized indicators (SI) for various topics such as IT strategy process, sourcing strategy, or IT service management. SIs indicate how advanced the IT organization's processes are, and how strongly they are anchored in the organization. An SI is a value between 0 and 100%, with 0% meaning that the respective process does not exist and 100% meaning that all facets of a process exist, are standardized, and anchored in the organization. For each SI, we measure

between 6 and 18 items, which are condensed by calculating the arithmetic mean and a scaling it to 100%. In summary, the KPIs form the basis for the interpretation of the benchmark results. IT executives usually first look at these KPIs to determine which areas need a closer look. In the following subsections, we will introduce the questionnaires and discuss how these contribute to strategic IT/IS benchmarking.

<i>Questionnaire</i>	<i>Dedicated domain from figure 1</i>	<i>Topics</i>	<i>Examples of KPIs</i>
<b>Organizational context &amp; IT strategy</b>	Business and IT/IS strategy, IT/IS governance, financials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizational classification</li> <li>• General company data</li> <li>• IT strategy</li> <li>• Hot IT topics</li> <li>• Cost and quantity structures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT costs per turnover / employee</li> <li>• Outsourcing quota</li> <li>• External per internal employee</li> <li>• Project percentage of total IT costs</li> <li>• SI of IT strategy process</li> </ul>
<b>IT sourcing</b>	Suppliers; sourcing of products & services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT sourcing strategy</li> <li>• Management of IT sourcing</li> <li>• Spectrum of externally sourced IT services</li> <li>• Success and costs of IT outsourcing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI of the IT sourcing strategy process</li> <li>• SI of the management of external sourcing of services</li> <li>• Motivation for current or future external sourcing</li> </ul>
<b>IT applications</b>	Application portfolio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Application portfolio</li> <li>• Costs and quantities of IT applications</li> <li>• State of the application and architecture management</li> <li>• Complexity of the application landscape</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quota of standard applications</li> <li>• Number of applications per IT supported employee</li> <li>• SI of application and architecture management</li> <li>• Complexity factor and costs of application software</li> </ul>
<b>IT infrastructure</b>	ICT infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costs and quantities of IT infrastructure</li> <li>• Complexity and costs of the infrastructure (software) landscape</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratio of infrastructure software to hardware costs</li> <li>• Cost quota servers / notebooks</li> <li>• Complexity factor notebooks / infrastructure software</li> </ul>
<b>IT organization and IT processes</b>	IT/IS processes and organization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT service management and processes</li> <li>• Reporting, budgeting, and controlling processes</li> <li>• Service desk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI of IT service management</li> <li>• SI of IT processes</li> <li>• Average backlog per service desk employee</li> <li>• Average service desk cost per ticket</li> </ul>
<b>IT projects</b>	Project portfolio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategic and operative project management</li> <li>• Used process models / frameworks</li> <li>• Project success</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percentage of projects on time / budget / quality</li> <li>• Percentage of cancelled projects</li> <li>• SI of strategic / operative project management</li> </ul>
<b>IT services</b>	Delivery of products & services; customers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structural data of service catalogue</li> <li>• Costs and performance of the most important IT services</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costs of the provision of a laptop</li> <li>• Costs and size per mailbox</li> <li>• Costs per terabyte of storage</li> <li>• Frequency of backups / archiving</li> </ul>

**Table 2: Structure of our benchmarking instrument**



## 5.1 Organizational context and IT strategy

Besides collecting information about the current IT strategy, this questionnaire is particularly important for contextualizing the benchmark results. Our experience shows that these can be interpreted much better when the industry, size and turnover of a company, its strategic orientation, the standardization of the processes, cost structures, etc. are also considered. These characteristics were also used as important means of determining the peer group for a participant, which in turn assures a higher level of comparability. Hence, the first questionnaire contains several sections that allow for a sound contextualization and peer group formation (see also table 2): organizational classification, general company data, IT strategy, as well as the cost and quantity structures. The section on IT strategy determines the IT organization's strategic orientation (i.e. role of enabler rather than supporter, growth rather than downsizing). These are also important comparability indicators. In the costs and quantity section, we present a cost breakdown of the overall IT costs and quantities with respects to, for example, sourcing, line work, projects, as well as external and internal IT employees. Another part is collected in the section "Hot IT topics," which captures information about the IT organization's past, current, and future project portfolio. We therefore provide a list of 25 topics with which IT executives currently cope. This list is adjusted yearly after the participants' feedback and an analysis of scientific and practitioner publications to keep it up-to-date. Regarding the IT strategy process, we measure its standardization and maturity by means of 13 items that account for businesses' IT alignment, their handling of strategic goals, IT architecture, and their application portfolio. Examples of these questions are:

- The IT strategy is derived from the business strategy and supports it efficiently and effectively.
- The strategic goals of IT are realized and controlled via established implementation processes.
- The implementation of the IT architecture process is anchored in the organization via a staff position or dedicated work group.

We use 4-point Likert scales to measure the as-is state and an additional 5-point Likert scale to capture an item's perceived importance. The latter does not influence the SI, but helps interpreting and understanding it. Moreover, it allows companies to reflect their strategic role as, for example, certain strategic variables are more important for an enabler than for a supporter [9]. Each question has a detailed definition to assure a high degree of comparability and to cope with confirmation bias [20].

To sum up, this first questionnaire is by far the longest, as well as the most fundamental questionnaire with respect to SITM. The data captured forms the "roof" (as depicted in figure 1) and is crucial for a strategic IT/IS benchmarking. Hence, it is mandatory for all participants to fill out this questionnaire, while the others are optional.

## 5.2 IT sourcing

IT sourcing is of particular strategic interest, especially in the light of IT industrialization and commoditization [35], and efficient service delivery. Thus, in this questionnaire, we investigate which services and processes IT organizations source externally and which they provide themselves. We also account for the reasons, why specific services and processes are outsourced, as well as for outsourcing's success and costs. Furthermore, in this questionnaire,

we inquire about the IT sourcing strategy and the management of sourcing's maturity. While our experience shows that the maturity of sourcing management is of particular interest for organizations with a high outsourcing quota, having a sound sourcing strategy is also important for companies with a low quota. Besides identifying an actual sourcing strategy, we also investigate the basis on which sourcing decisions are made. This comprises a comparison of internal and external service costs, as well as the usage of structured processes to decide whether services should be delivered internally or externally. In contrast, the maturity of sourcing management accounts for the management of outsourcing providers, and investigates how externally sourced services are steered. Underlying items measure, for example, the degree to which there are underpinning contracts or incentive systems. Overall, this questionnaire supports IT executives in two ways. First, they can judge the contents of their sourcing strategy by analyzing their peers' behavior. Second, they can improve their internal sourcing-related processes by identifying those areas of improvement where their peers have already gained a higher maturity.

### **5.3 IT applications**

Development, operation, and maintenance of IT applications belong to the core cost and complexity drivers in an IT organization. Consequently, we capture the costs, size, as well as efficiency of a company's application portfolio and its respective management processes (e.g., architecture and license management). We also account for the degree of standardization and the usage of application frameworks as important levers for cost savings. In this context, we investigate the license management's maturity as software licenses are usually another IT cost driver. However, the knowledge of quantitative values is not sufficient to steer the application portfolio effectively. Having a mature architecture management is perhaps even more important. Therefore, we capture not only the actual existence of an architecture management, but also whether it is integrated into the long-term IT planning, whether committees and organizational units control the architecture's effective implementation and standard conformity, and whether efficient control mechanisms are employed to monitor the status of the applications.

### **5.4 IT infrastructure**

While IT infrastructure is no longer a competitive differentiator for most companies, it is still a company's backbone, and its availability remains a key prerequisite for and enabler of higher-order IT effects [5]. Hence, shedding light on potentially problematic infrastructure issues is an important SITM facet. Additionally, in light of the increasing virtualization of servers and desktops, this field is regaining strategic relevance, especially from a cost saving perspective. Hence, we analyze the IT infrastructure landscape's complexity and costs, as well as its current level of standardization and virtualization. While other questionnaires have grown over time, this questionnaire has shrunk over the years. Today, it is the shortest of all, only focusing on the most crucial IT infrastructure topics.

### **5.5 IT organization and IT processes**

Compared to its initial version, this questionnaire shows the most radical revision and strongest growth. It reflects IT organizations' ongoing change with regard to service providers and a "business within a business" [31]. The first part of the questionnaire investigates the maturity of IT service management; that is, how service and operational level agreements

are implemented and monitored. We also account for adopted process frameworks like ITIL, CobiT, or ISO20000, and for the implementation status of typical IT processes such as incident management, change management, service level management, demand management, or service desk. With regard to the latter, we capture very detailed information about costs, the personnel, and ticket quantities. In doing so, we account for the input by many IT executives, who wanted a detailed analysis of this very important interface to the business units. The second part of this questionnaire measures the maturity of the reporting and budgeting processes. In summary, benchmarking the IT processes and organization provides IT executives with valuable insights into how to improve their service delivery and, consequently, customer satisfaction.

## **5.6 IT projects**

This questionnaire is of highly strategic relevance. Still, approximately 70% of all IT projects do not meet their objectives in terms of budget, time, and quality [33]. However, the majority of IT investments are implemented through projects [8]. Thus, IT projects are one of the most important parts of an IT organization's internal value chain and must be analyzed in a strategic benchmarking. In this questionnaire, we investigate the state of project management and project success. Regarding the latter, we determine the fractions of project success regarding budget, time, and quality, as well as the number of projects cancelled. In addition, IT executives also wish to know why their project success is worse than that of their peers. Therefore, the instrument also provides a detailed investigation of the strategic and operational project management by inquiring about IT project portfolio management, resource allocation processes, project risk management, and benefit management routines. With respect to operational project management, career or compensation models for project managers are investigated, as well as the charging models for project costs and re-source request handling before and after project kick-off. These issues are completed with an analysis of the adopted project management frameworks and process models. Information about the past, current, and future project portfolio is collected in the questionnaire "Organizational context & IT strategy". In addition, further quantitative project data such as the costs, project employees, etc. is collected in this questionnaire.

## **5.7 IT services**

We analyze the most important delivered IT services on a high abstraction level, examining the costs or prices, as well as the overall service performance. To this end, this questionnaire picks up the nine most often offered IT services (PCs and laptops, servers, database systems, e-mail, archiving, back-up, ERP systems, telephony and network services and storage) and sheds light on their specific performance indicators. Examples of such indicators are the costs of the provision of a laptop, the costs and size per mailbox, cost per terabyte of storage, frequency of backups and archiving, etc. Besides this information, we also capture general structural data on the service catalogue, such as number of IT end-users, size of the service catalogue, and number of agreed on service levels. These indicators are interesting in a peer group comparison, but we also use them to better embed the data into this questionnaire in the organizational context. To sum up, this questionnaire completes the SITM benchmarking by analyzing an IT organization's delivered products and services on an aggregation level suited for IT executives.

## 6 Discussion and conclusion

In this paper, we have introduced an instrument for strategic IT/IS benchmarking and described its development. We based our initial design on existing research, expert knowledge, as well as our experiences. In a total of four iteration rounds, we developed, redesigned, and improved our instrument by incorporating 126 companies' feedback. By using an established frame of reference for SITM and constantly incorporating participants' feedback, we have gained a good amount of content coverage. The feedback also allowed for a high degree of comparability, as it helped refine our definitions. In addition, we achieved a better embedding of the benchmarking into the overall SITM process by two means. First, we developed and introduced a process model into our instrument. Second, we improved our results' contextualization via commentary fields and specific questions in our first questionnaire. Overall, the vast majority of the participants in our benchmarking rounds confirmed our instrument's high degree of purpose fit. Hence, we can conclude that our instrument enables a comprehensive comparison of SITM, at least in our sample. Our work contributes to research and practice by providing a validated instrument for strategic IT/IS benchmarking. Researchers and practitioners can draw from our insights into the contents and processes that need to be considered in SITM, the quality criteria for a strategic IT/IS benchmark instrument, and how these can be addressed during instrument development and usage. We also underline some of the key requirements of strategic benchmarking like integration into the overall strategy process and proper contextualization. As limitations of our research could be the limited generalizability of our results due to convenience sampling and the comparably small number of participants in our benchmarking rounds needs to be considered. Future research might investigate in more detail how our instrument is used by different companies. For example, we observed that some of our rather inexperienced participants used the KPIs and structures in our instrument to improve or even build their own IT controlling. Furthermore, future research could also investigate the impact our instrument has on an IT organization's strategizing. Some authors [25] emphasize the usefulness of benchmarking for determining IT's current strategic position. In this context, it might be promising to investigate whether and how an adequate benchmark instrument influences the positioning.

## 7 References

- [1] Boddy, D; Boonstra, A; Kennedy, G (2005): *Managing Information Systems: An Organisational Perspective*. 2. Auflage. Pearson, Harlow.
- [2] Boland, RJ (2003): *Design in the Punctuation of Management Action*. In: Boland, RJ; Collopy, F (Hrsg.), *Managing as Designing*, Stanford University Press, Stanford.
- [3] Bortz, J; Döring, N (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4. Auflage. Springer, Berlin.
- [4] Camp, RC (1989): *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance*. Quality Press, Milwaukee.
- [5] Carr, NG (2005): *The End of Corporate Computing*. *Sloan Management Review* 46(3):67-73.

- [6] Chen, DQ; Mocker, M; Preston, DS; Teubner, A (2010): Information Systems Strategy: Reconceptualization, Measurement, and Implications. *MIS Quarterly* 34(2):233-259.
- [7] Drew, S (1997): From Knowledge to Action: The Impact of Benchmarking on Organizational Performance. *Long Range Planning* 30(3):427-441.
- [8] Grundy, T (2000): Strategic Project Management and Strategic Behaviour. *International Journal of Project Management* 18(2):93-103.
- [9] Earl, MJ (1996): Integrating IS and the Organization: A Framework of Organizational Fit. In: Earl, MJ (Hrsg.), *Information Management: The Organizational Dimension*. Oxford University, Oxford.
- [10] Elnathan, D; Lin, TW; Young, SM (1996): Benchmarking and Management Accounting: A Framework for Research. *Journal of Management Accounting Research* 8:37-54.
- [11] Francis, G; Holloway, J (2007): What Have We Learned? Themes from the Literature on Best-Practice Benchmarking. *International Journal of Management Reviews* 9(3): 171-189.
- [12] Galliers, RD (2004): Reflections on Information Systems Strategizing. In: Avgerou, C; Ciborra, C; Land, F (Hrsg.), *The Social Study of Information and Communication Technology: Innovation, Actors, and Contexts*. Oxford University Press, Oxford.
- [13] Grover, V; Segars, AH (2005): An Empirical Evaluation of Stages of Strategic Information Systems Planning: Patterns of Process Design and Effectiveness. *Information & Management* 42(5):761-779.
- [14] Heib, R; Daneva, M; Scheer, A.-W (1997): Benchmarking as a Controlling Tool in Information Management. In: *Proceedings of the IFIP TC5 WG5.7 International Workshop on Modeling Techniques for Business Process Re-engineering and Benchmarking*. Bordeaux.
- [15] Hevner, AR (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of IS* 19(2):87-92.
- [16] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [17] Hinton, M; Francis, G; Holloway, J (2000): Best Practice Benchmarking in the UK. *Benchmarking: An International Journal* 7(1):52-61.
- [18] Lacity, MC; Hirschheim, R (1995): Benchmarking as a Strategy for Managing Conflicting Stakeholder Perceptions of Information Systems. *Journal of Strategic Information Systems* 4(2):165-185.
- [19] Legner, C (1999): *Benchmarking informationssystemgestützter Geschäftsprozesse*. Wiesbaden, 1999.
- [20] Maccoun, RJ (1998): Biases in the Interpretation and Use of Research Results. *Annual Review of Psychology* 49:259-287.
- [21] March, ST; Smith, GF (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. *Decision Support Systems* 15(4):251-266.

- [22] Mocker, M; Teubner, A (2004): Towards a Comprehensive Model of Information Strategy. In: Proceedings of the 13. European Conference on Information Systems. Regensburg.
- [23] Moffett, S; Anderson-Gillespie, K; McAdam, R (2008): Benchmarking and Performance Measurement: A Statistical Analysis. *Benchmarking: An International Journal* 15(4): 368-381.
- [24] Moriarty, JP; Smallman, C; (2009): En Route to a Theory of Benchmarking. *Benchmarking: An International Journal* 16(4):484-503.
- [25] Müller, B; Ahlemann, F; Riempp, G (2009): Towards a Strategic Positioning Method for IT Management. In: Proceedings of the 30. International Conference on Information Systems. Phoenix.
- [26] Müller, B; Ahlemann, F; Roeder, K (2010): Understanding the Success of Strategic IT/IS Benchmarking: Results from a Multiple-case Study. In: Alexander, T; Turpin, M; van Deventer JP (Hrsg.), Proceedings of the 18. European Conference on Information Systems. Pretoria.
- [27] Riempp, G; Müller, B; Ahlemann, F (2008): Towards a Framework to Structure and Assess Strategic IT/IS Management. In: Golden, W; Acton T; Conboy, K; van der Heijden, H (Hrsg.), Proceedings of the 16. European Conference on Information Systems. Galway.
- [28] Rudolph, S; Kütz, M; Krcmar, H (2008): Handlungsleitfaden IT-Kennzahlen und IT-Kennzahlensysteme für mittelständische Unternehmen. Books on Demand, Norderstedt.
- [29] Seddon, PB; Graeser, V; Willcocks, LP (2002): Measuring Organizational IS Effectiveness: An Overview and Update of Senior Management Perspectives. *SIGMIS Database* 33(2):11-28.
- [30] Segars, AH; Grover, V; Teng, JTC (1998): Strategic Information Systems Planning: Planning System Dimensions, Internal Coalignment, and Implications for Planning Effectiveness. *Decision Sciences* 29(2):303-345.
- [31] Segars, AH; Hendrickson, AR (2000): Value, Knowledge, and the Human Equation: Evolution of the Information Technology Function in Modern Organizations. *Journal of Labor Research* 21(3):431-445.
- [32] Smits, MT; van der Poel, KG; Ribbers, PMA (2003): Assessment of Information Strategies in Insurance Companies. In: Galliers, RD; Leidner, DE (Hrsg), *Strategic Information Management*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [33] Standish Group International (2009): CHAOS Report 2009. The Standish Group, Boston.
- [34] Van Aken, JE (2007): Design Science and Organization Development Interventions: Aligning Business and Humanistic Values. *Journal of Applied Behavioral Science* 43(1):67-88.
- [35] Walter, SM; Böhmman, T; Krcmar, H (2008): Grundlagen der IT-Industrialisierung. In: Herzwurm, G; Mikusz, M (Hrsg.), *Industrialisierung des Software-Managements*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.

- [36] Watson, GH (1993): Strategic Benchmarking: How to Rate Your Company's Performance Against the World's Best. John Wiley & Sons, New York.
- [37] Webster, J; Watson, R (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26(2):xiii-xxiii.
- [38] Yin, RK (2009): Case Study Research: Design and Methods. 4. Auflage. Sage Publications, Thousand Oaks.
- [39] Zarnekow, R; Brenner, W; Pilgram, U (2006): Integrated Information Management: Applying Successful Industrial Concepts in IT. Springer, Heidelberg.





# **Governance in emergenten Softwaresystemen – Kennzahlen und Change Management-Prozess**

## **Melanie Siebenhaar**

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM),  
64283 Darmstadt, E-Mail: Melanie.Siebenhaar@KOM.tu-darmstadt.de

## **Georg Wilhelm**

Software AG, 66115 Saarbrücken, E-Mail: Georg.Wilhelm@softwareag.com

## **Sebastian Zöller**

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM),  
64283 Darmstadt, E-Mail: Sebastian.Zoeller@KOM.tu-darmstadt.de

## **Michael Niemann**

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM),  
64283 Darmstadt, E-Mail: Michael.Niemann@KOM.tu-darmstadt.de

## **Dieter Schuller**

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM),  
64283 Darmstadt, E-Mail: Dieter.Schuller@KOM.tu-darmstadt.de

## **Abstract**

Aufgrund der hohen Dynamik, die im Markt- und Geschäftsumfeld heutiger Unternehmen herrscht, sind diese immer mehr dazu gezwungen, die Leistungs- und Anpassungsfähigkeit ihrer Geschäftsprozesse zu erhöhen. Dabei sind Informationssysteme von zentraler Bedeutung. So kann die Flexibilität in Unternehmen durch den Einsatz emergenter Unternehmenssoftwaresysteme gesteigert werden. Allerdings unterliegen diese Systeme im Gegensatz zu traditionellen IT-Systemen einer hohen Dynamik, so dass häufig Änderungen zur dauerhaften Einhaltung aller Vorgaben vorgenommen werden müssen. Daher werden im folgenden Beitrag existierende Kennzahlen aus etablierten IT-Governance-Rahmenwerken auf ihre Anwendbarkeit in emergenten Unternehmenssoftwaresystemen analysiert und die Auswirkungen emergenten Verhaltens auf die Governance in diesen Systemen untersucht.

## 1 Einleitung

Um Unternehmensziele zu erreichen, sind interne Betriebsabläufe und Geschäftsprozesse von zentraler Bedeutung. Allerdings kann ein Prozess innerhalb eines Unternehmens auf unterschiedliche Art und Weise ausgestaltet sein, und die Ausgestaltung muss nicht zwingend normengerecht oder optimal für das jeweilige Unternehmen sein. Allerdings können sich Unternehmen durch die Einhaltung von Normen im Vergleich zur Konkurrenz besser positionieren und damit wettbewerbsfähiger sein, und viele Unternehmen entscheiden sich sogar für die Zertifizierung ihrer IT-Systeme. Daher besteht die Notwendigkeit, sowohl die Umsetzung als auch die Ausführung der regulierten Geschäftsprozesse innerhalb eines Unternehmens zu überprüfen und ggf. Anpassungen vorzunehmen. Um die Einhaltung von gesetzlichen und regulatorischen Vorgaben innerhalb eines Unternehmens sicherzustellen, umfasst die Corporate Governance die Festlegung und Einhaltung von Regeln und Grundsätzen zur Steuerung der Beziehungen zwischen dem Management und sonstigen Stakeholdern eines Unternehmens [2]. Die spezifischere IT-Governance gibt Regeln und Grundsätze zum Abgleich der IT-Systeme mit den Geschäftszielen (Business-IT-Alignment) vor. Zur Realisierung von IT-Governance ist eine Analyse der Anforderungen an die IT sowie der strategischen Bedeutung der IT für die Geschäftsprozesse in einem Unternehmen erforderlich. Um den Grad der Zielerreichung zu bestimmen, werden typischerweise Kennzahlen aus etablierten IT-Governance-Rahmenwerken erhoben. Während die Struktur und die Eigenschaften traditioneller IT-Systeme jedoch weitestgehend bekannt sind, unterliegen emergente Unternehmenssoftwaresysteme einer hohen Dynamik, die zu häufigen Änderungen in diesen Systemen führt. Inwieweit Kennzahlen aus etablierten IT-Governance-Rahmenwerken dennoch dazu geeignet sind, die besonderen Eigenschaften von emergenten Systemen zu erfassen, und welche Auswirkungen emergentes Verhalten auf die Governance in diesen Systemen hat, wird im Rahmen dieses Artikels untersucht. Emergente Unternehmenssoftwaresysteme sind in der Wissenschaft bisher unbeachtet. Allerdings stellt die Erforschung dieser Systeme die Basis für die Erstellung zukünftiger, neuer Unternehmenssoftware dar, die die Innovationsfähigkeit und den Erfolg von Unternehmen erhöhen kann<sup>1</sup>.

Der vorliegende Artikel ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 gibt eine allgemeine Einführung in IT-Governance und Kennzahlen. In Kapitel 3 folgt eine Einführung in emergente Unternehmenssoftwaresysteme und der Begriff der Emergenz wird näher erläutert. Mit der Ableitung von Kennzahlen für emergente Systeme befasst sich das daran anschließende Kapitel 4. Darauf aufbauend wird in Kapitel 5 auf besondere Eigenschaften und Herausforderungen für Governance in emergenten Unternehmenssoftwaresystemen sowie deren Auswirkungen auf die Erhebung von Kennzahlen eingegangen. Der Artikel schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick in Kapitel 6.

## 2 IT-Governance

Hauptaufgabe der IT-Governance ist es, die IT-Prozesse in einem Unternehmen so auszurichten, dass diese die Geschäftsziele sowie die Unternehmensstrategie optimal unterstützen. Das *IT Governance Institute* definiert IT-Governance wie folgt [4]:

---

<sup>1</sup> Vgl. hierzu „*Emergente Software*“ (<http://www.software-cluster.org/de/themen/emergente-software>)

*“IT-Governance liegt in der Verantwortung des Vorstands und des Managements und ist ein wesentlicher Bestandteil der Unternehmensführung. IT-Governance besteht aus Führung, Organisationsstrukturen und Prozessen, die sicherstellen, dass die IT die Unternehmensstrategie und -ziele unterstützt.“*

Während die Corporate Governance allgemeine Grundsätze zur Einhaltung gesetzlicher und regulatorischer Vorgaben sowie zur Festlegung und Durchsetzung eigener Unternehmensleitlinien umfasst, gibt die spezifischere IT-Governance Regelungen, Rollen und Verantwortlichkeiten in Bezug auf die IT eines Unternehmens vor. Somit baut die IT-Governance auf der Corporate Governance auf und gibt einen allgemeinen Rahmen für die IT vor [2]. Für die Umsetzung von IT-Governance wurden zahlreiche Standards und Best Practices in Form von Governance-Rahmenwerken, wie beispielsweise COBIT (Control Objectives for Information and Related Technology) [5] und ITIL (IT Infrastructure Library) [14] spezifiziert. Die verschiedenen Rahmenwerke betrachten unterschiedliche Aspekte der IT eines Unternehmens. Ebenso wie die IT-Governance als spezifischeres Regelwerk in Beziehung zur Corporate Governance gesetzt werden kann, ist eine Orientierung der Governance für emergente Unternehmenssoftwaresysteme an den Vorgaben der IT-Governance, d.h. an den verschiedenen Rahmenwerken möglich, da es sich bei emergenten Unternehmenssoftwaresystemen um spezifischere IT-Systeme handelt. Eine ähnliche Vorgehensweise wurde auch im Rahmen der Governance Service-orientierter Architekturen gewählt [13].

Zur Kontrolle der Zielerreichung sind in den verschiedenen Rahmenwerken Kennzahlensysteme enthalten, deren Anwendbarkeit für emergente Unternehmenssoftwaresysteme geprüft werden soll. So definiert ITIL beispielsweise Kennzahlen für den Bereich des Availability Managements zur Bestimmung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von IT-Prozessen [9]. Allgemein werden mit dem Begriff „*Kennzahl*“ quantitative Informationen bezeichnet, die einen numerisch erfassbaren Sachverhalt – meist in verdichteter Form – abbilden. Auch nach Korndörfer [7] handelt es sich bei Kennzahlen im Kontext der Betriebswirtschaft um empirische Zahlenwerte, die relevante Sachverhalte zahlenmäßig darstellen. Sie dienen ferner dazu, einen schnellen Einblick in das betriebliche Geschehen zu geben. Im Rahmen von Geschäftsprozessen werden die Kennzahlen häufig als „*Key Performance Indicators*“ (KPI) bezeichnet. Kennzahlen sollen dabei im Allgemeinen die nachfolgenden Anforderungen erfüllen [16], [10]:

- **Messbarkeit:** Kennzahlen müssen messbar sein, um einen Nutzen stiften zu können.
- **Exaktheit:** Sowohl die Definition und die Erfassung einer Kennzahl müssen exakt sein.
- **Verständlichkeit:** Der Zusammenhang zwischen Kennzahl und ausgedrücktem Sachverhalt muss verständlich sein.
- **Beeinflussbarkeit:** Die Merkmale, die durch eine Kennzahl erfasst werden, müssen beeinflussbar sein, um Einfluss auf den zu beurteilenden Sachverhalt nehmen zu können.
- **Konsistenz:** Kennzahlen müssen stets auf die gleiche Art und Weise erfasst werden.
- **Zielverknüpfung:** Kennzahlen müssen für die Geschäftsziele relevant und mit entsprechenden Zielvorgaben verknüpft sein.
- **Objektivität:** Um die Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu gewährleisten, müssen Kennzahlen auf objektiven, nachvollziehbaren Berechnungen basieren.

Kennzahlen bilden die Grundlage für Management-Entscheidungen. Die zeitnahe Erkennung von Problemen oder Optimierungsmöglichkeiten in Geschäftsprozessen durch die Erhebung von Kennzahlen ermöglicht es einem Unternehmen, seine Prozesse zu kontrollieren und ggf. zu verbessern und damit seine Ziele besser zu erreichen. Somit ist ein Unternehmen in der Lage, sich im Vergleich zur Konkurrenz besser im Markt zu positionieren.

### 3 Emergente Unternehmenssoftwaresysteme

Aufgrund des stetigen Wandels der Anforderungen, die aus dem Markt und Geschäftsumfeld resultieren, sind heutige Unternehmen kontinuierlich dazu gezwungen, eine Anpassung ihrer Geschäftsmodelle und -prozesse an die veränderten Bedingungen vorzunehmen. Weiterhin streben Unternehmen auch eine bestmögliche Positionierung im Markt an. Um die erforderlichen Wettbewerbsvorteile zu erlangen, sind Produkt- als auch Prozessinnovationen eine notwendige Voraussetzung. Zur Erreichung dieser hochflexiblen Unternehmen müssen zukünftig die Geschäftsprozesse und somit auch die Informationssysteme möglichst dynamisch und flexibel gestaltet werden. Hierfür ist eine Transformation der Unternehmen zu digitalen Unternehmen erforderlich, in denen alle Daten über die Prozesse und Ressourcen eines Unternehmens jederzeit in genauer zeitlicher und räumlicher Auflösung für Planung, Steuerung und Optimierung zur Verfügung stehen. Die komplexen Anforderungen digitaler Unternehmen können durch die Entwicklung emergenter Unternehmenssoftwaresysteme erfüllt werden, die dynamisch und flexibel eine Vielzahl von Komponenten unterschiedlicher Hersteller kombinieren. Die Basis für emergente Unternehmenssoftwaresysteme bildet das Konzept der Emergenz, welches wie folgt definiert ist [3]:

*Emergenz ist die Bildung von neuen und kohärenten Strukturen, Mustern und Eigenschaften während des Prozesses der Selbstorganisation in komplexen Systemen. Emergentes Verhalten tritt auf der Makro-Ebene auf, wird aber durch die Komponenten und Prozesse auf der Mikro-Ebene hervorgerufen (Übers. aus dem Engl.).*

Selbstorganisation bezeichnet dabei die Fähigkeit eines Systems, sich selbst ohne Einwirkung von außen an veränderte Bedingungen anpassen zu können. Die Definition von Emergenz verdeutlicht, dass emergentes Verhalten nah an die Fähigkeit zur Selbstorganisation eines Systems gekoppelt ist [12].

Emergentes Verhalten weist dabei die folgenden fünf Eigenschaften auf [3]:

- **Innovation (*Radical Novelty*):** Emergenz führt zu neuen Eigenschaften, die vorher nicht vorhanden waren.
- **Kohärenz und Korrelation (*Coherence and Correlation*):** Emergenz verbindet die Komponenten auf der Mikro-Ebene, d.h. auf Ebene der einzelnen Elemente eines Systems, zu einer Einheit auf der Makro-Ebene, d.h., zu einem Gesamtsystem.
- **Makro-Ebene (*Global or Macro Level*):** Emergentes Verhalten wird auf der Makro-Ebene, d.h. auf Ebene des Gesamtsystems sichtbar.
- **Dynamik (*Dynamical*):** Emergentes Verhalten ist nicht vordefiniert sondern entsteht in einem selbstorganisierenden System über die Zeit.
- **Sichtbarkeit (*Ostensive*):** Emergenz zeigt sich durch signifikante, radikal neue Strukturen.

Übertragen auf Unternehmenssoftwaresysteme führt emergentes Verhalten dazu, dass diese sich dynamisch an neue Anforderungen aus dem Markt oder Geschäftsumfeld anpassen können und aufgrund der Bildung neuer Eigenschaften innovative Dienstleistungen ermöglichen. Emergente Unternehmenssoftwaresysteme lassen sich somit wie folgt definieren:

*"Emergente Unternehmenssoftwaresysteme (USWS) sind komponentenbasierte USWS, die durch eine (teil-)automatisierte Anpassung und Selbstorganisation neue Geschäftsmehrwerte effizient ermöglichen, ohne kritische Kerneigenschaften zu verletzen. Diese Anpassung kann durch Integration, Kombination und Veränderung von emergenzfähigen Software-Komponenten erfolgen, auch wenn diese von unterschiedlichen Herstellern stammen und das Zusammenwirken in dieser Form nicht vorgeplant war. Emergenz in USWS kann dabei auch durch eine unvorhergesehene Benutzung entstehen. Emergente USWS erhalten ihre Funktionen und qualitativen Eigenschaften unter veränderlichen Bedingungen oder verbessern diese wertschöpfend."*<sup>2</sup>

Neben den bereits erwähnten Eigenschaften emergenten Verhaltens wird emergente Software noch durch zwei weitere Hauptmerkmale beschrieben [15]:

- **Interoperabilität:** Software verschiedener Hersteller kann nahtlos in die vorhandenen Strukturen integriert werden. Dabei werden neue Komponenten und Dienste geschaffen, die mit bestehenden Diensten kombinierbar sind und so eine Steigerung der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems ermöglichen.
- **Adaptivität:** Bei emergenter Software handelt es sich um ein selbstorganisierendes System, das zur Laufzeit Abweichungen von den Vorgaben erkennt und selbständig Anpassungen vornehmen kann, um die Vorgaben weiterhin einzuhalten.

Der Einsatz emergenter USWS dient dazu, die Flexibilität von Unternehmen und damit ihre Adaptivität hinsichtlich dynamisch wechselnder Anforderungen zu erhöhen. Um überprüfen zu können, inwieweit diese Anforderungen von einem emergenten USWS erfüllt werden, müssen geeignete Kennzahlen vorliegen. Diese bilden zudem die Grundlage zur automatischen Anpassung von Vorgängen in einem Unternehmen.

## 4 Kennzahlen für emergente USWS

Zur Bestimmung geeigneter Kennzahlen für emergente USWS ist zunächst das Zielsystem eines emergenten Systems zu analysieren, welches durch die auszuwählenden Kennzahlen repräsentiert werden soll. Im Folgenden soll der Fokus auf solche Kennzahlen gelegt werden, die die spezifischen Eigenschaften emergenter Systeme erfassen und somit von besonderer Relevanz sind. Die notwendigen Schritte zur Analyse des Zielsystems lassen sich in Form einer Zielhierarchie darstellen, die als Basis zur Identifikation geeigneter Kennzahlen dient. Zur Erstellung einer solchen Zielhierarchie wurden bestehende Ansätze in der Literatur zur Ableitung von Kennzahlen näher analysiert. So stellt die Balanced Scorecard [6] ein strategisches Instrument des Performance Managements dar, das zur Ableitung von Kennzahlen innerhalb eines Unternehmens einem Top-Down-Ansatz folgt [8]. Bei diesem Vorgehen werden ausgehend von der Vision eines Unternehmens spezifische Ziele und die Strategie zur Erreichung dieser Ziele definiert, darauf aufbauend die strategischen Erfolgsfaktoren identifiziert und auf Basis dieser schließlich korrespondierende Kennzahlen abgeleitet.

<sup>2</sup> Definition durch BMBF-Forschungsprojekt Software-Cluster 2011 (<http://www.software-cluster.org>)

Ein ähnliches, mehrstufiges Vorgehen zur Ableitung von Kennzahlen aus Geschäftszielen bzw. auf Basis kritischer Erfolgsfaktoren findet sich auch in ITIL und COBIT wieder. Basierend auf einer Analyse dieser verschiedenen Ansätze wurden die nachfolgenden Schritte als Ziel-hierarchie für emergente USWS identifiziert:

1. Vision: Was ist die Vision von emergenten USWS?
2. Ziele: Was sind die Ziele in emergenten USWS?
3. Erfolgsfaktoren: Was sind die Erfolgsfaktoren in emergenten USWS?
4. Kennzahlen: Ableitung korrespondierender Kennzahlen für emergente USWS

Bevor eine Bestimmung geeigneter Kennzahlen erfolgen kann, wird im Folgenden zunächst das Zielsystem anhand der abgeleiteten Schritte stufenweise charakterisiert.

#### **4.1 Vision von emergenten Systemen**

Die Vision beschreibt im Allgemeinen das Zukunftsbild eines Unternehmens. Um diesen angestrebten Zustand zu erreichen, werden in der Praxis strategische, d.h. langfristige Ziele gesetzt. Aus der in Kapitel 3 angeführten Definition folgt, dass die Vision emergenter USWS darin besteht, hochflexible Lösungen bereitzustellen, die auf effiziente Art und Weise, nämlich durch Integration, Kombination oder Veränderung von Komponenten, eine Anpassung an veränderte Bedingungen erlauben und neues Verhalten hervorrufen. Hierdurch erlangt ein Unternehmen die erforderliche Flexibilität zur Erzielung entscheidender Wettbewerbsvorteile. Dies erfordert eine optimale Ausrichtung der IT, d.h. des emergenten USWS eines Unternehmens an den Geschäftszielen und somit eine adäquate Governance emergenter USWS. Während des gesamten Lebenszyklus eines emergenten USWS müssen demnach geeignete Maßnahmen getroffen werden, die eine solche Unterstützung ermöglichen und fortwährend sicherstellen. Da sich die Wirkungszusammenhänge in emergenten USWS von der Mikroebene bis hin zur Makroebene erstrecken, ist eine gezielte Steuerung und Überwachung der einzelnen Komponenten und deren Zusammenwirken im Hinblick auf das Gesamtsystem erforderlich. Demnach sind Vorgaben zur gezielten Veränderung einzelner Komponenten sowie des Gesamtsystems notwendig, die in Form von Zielen spezifiziert werden müssen. Zudem sind geeignete Kennzahlen zu identifizieren, mit denen die Einhaltung der Vorgaben bzw. der Grad der Zielerreichung überprüft werden kann.

#### **4.2 Ziele in emergenten Systemen**

Um aus der Vision emergenter USWS geeignete Ziele abzuleiten, müssen die Eigenschaften emergenter USWS berücksichtigt werden, da diese die Basis für die Erfüllung der Vision bilden. Zwei Hauptmerkmale emergenter USWS, nämlich Interoperabilität und Adaptivität, wurden bereits in Kapitel 3 erläutert. Diese Merkmale können als Basis-Ziele emergenter USWS erachtet werden, und die Voraussetzungen für deren Erreichung sind innerhalb des gesamten Lebenszyklus emergenter USWS zu analysieren. Führt man eine solche Analyse wie nachfolgend beschrieben durch, so lassen sich drei Handlungsfelder traditioneller IT-Governance identifizieren, die in emergenten USWS von besonderer Relevanz sind und in deren Rahmen Kennzahlen zur Überwachung der Vorgaben erhoben werden sollten: Service Level Management, Availability Management und Change Management.

Bei der Erstellung des Gesamtsystems, d.h. vor Inanspruchnahme der Dienste, die von den jeweiligen Komponenten zur Verfügung gestellt werden, müssen die Vorgaben für die Komponenten spezifiziert werden. Hierzu können sogenannte Dienstgütevereinbarungen (Service Level Agreements) zwischen dem Kunden, d.h. dem Betreiber emergenter USWS, und dem Dienstleister, der die jeweiligen Komponenten bereitstellt, geschlossen werden. Dienstgütevereinbarungen sind nach Marilly et al. [11] wie folgt definiert:

*Eine Dienstgütevereinbarung (SLA) stellt einen Vertrag zwischen Dienstleistern oder zwischen Dienstleistern und Kunden dar und spezifiziert, typischerweise in messbaren Einheiten, welche Dienste der Dienstleister erbringt und welche Strafen er zahlen muss, falls er die vereinbarten Ziele nicht erfüllen kann (eigene Übers. aus dem Engl.).*

Die Einhaltung der Dienstgütevereinbarungen ist sowohl bei der Erstellung des Gesamtsystems aber auch darüber hinaus sicherzustellen. Insbesondere das erste Merkmal der Interoperabilität emergenter Systeme setzt die Möglichkeit der nahtlosen Integration neuer Komponenten voraus, so dass gewährleistet sein muss, dass die Dienstgütevereinbarungen aller Komponenten konform zueinander sind und sich nicht gegenseitig widersprechen. Somit kommt dem Service Level Management [1] der IT-Governance im Rahmen emergenter USWS eine besondere Bedeutung zu, da es die Vereinbarung, Dokumentation und Bereitstellung geeigneter Mechanismen zur Überwachung von Dienstgütevereinbarungen umfasst. Aber nicht nur zum Zeitpunkt der Integration verschiedener Komponenten in ein Gesamtsystem sondern auch während der Laufzeit eines IT-Systems ist eine regelmäßige Überprüfung der Vorgaben notwendig.

Das zweite Merkmal der Adaptivität umfasst in emergenten USWS noch die eigenständige Erkennung von Abweichungen sowie das Vornehmen erforderlicher Anpassungen durch das System selbst. Als Nachweis für die Einhaltung aller Vorgaben werden Kunden typischerweise geeignete Überwachungsmechanismen und Berichte zur Verfügung gestellt [1]. Zu diesem Zweck werden regelmäßig zuvor definierte Kennzahlen erhoben, die den Zielerreichungsgrad widerspiegeln. In diesem Zusammenhang ist neben dem Service Level Management noch das Availability Management der IT-Governance von besonderer Relevanz, da es die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit aller Dienste gemäß den vereinbarten Leistungsniveaus während der Laufzeit sicherstellen soll.

Während ihrer Laufzeit unterliegen die IT-Systeme heutiger Unternehmen aber auch ständigen Änderungen aufgrund der hohen Dynamik, die im Geschäftsumfeld herrscht. Emergente USWS sollen diesen Änderungen gemäß ihrer Eigenschaften nicht nur flexibel hinsichtlich ihrer Funktionalität begegnen, sondern auch abhängig vom jeweiligen Kontext die Art der Anzeige oder Verarbeitung angeforderter Daten anpassen. Die Aufgabe der Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen kommt im Rahmen der Governance traditioneller IT-Systeme dem Change Management zu, das ebenfalls geeignete Kennzahlen definiert [1]. Zur Steuerung aller Änderungen in einem emergenten USWS ist somit das Change Management auch von besonderer Bedeutung.

### 4.3 Erfolgsfaktoren in emergenten Systemen

Auf Basis der zuvor identifizierten Ziele in emergenten Systemen können drei maßgebliche Erfolgsfaktoren identifiziert werden, die allerdings zu besonderen Herausforderungen hinsichtlich der Erhebung von Kennzahlen führen. Aufgrund ihrer Eigenschaft der Adaptivität

sind emergente Systeme in der Lage, selbst veränderte Rahmenbedingungen zu erkennen und sich an diese anzupassen. Ein grundlegender Erfolgsfaktor eines emergenten Systems stellt somit das Konzept der Selbstorganisation dar. Die Eigenschaft der Adaptivität führt zusammen mit der Eigenschaft der Interoperabilität zu einem hochflexiblen System bzgl. der Integration, Kombination und Veränderung von Komponenten. Beide Eigenschaften bilden zusammen die Basis für Geschäftsprozessinnovationen, die einen weiteren Erfolgsfaktor von emergenten USWS darstellen. Betrachtet man den Lebenszyklus eines emergenten Systems, so lässt sich ein dritter Erfolgsfaktor identifizieren: im zeitlichen Verlauf entstehen Geschäftsmehrwerte, die als direkte Folge von Geschäftsprozessinnovationen erachtet werden können. Aus den Erfolgsfaktoren ergeben sich hinsichtlich der Erhebung von Kennzahlen zwei besondere Herausforderungen. Zum einen besteht aufgrund der hohen Flexibilität, die in emergenten USWS herrscht, die Notwendigkeit, die *Reaktions-geschwindigkeit des selbstorganisierenden Systems* zu bestimmen. Abhängig davon, wie dynamisch das jeweilige System reagiert, ist festzulegen, zu welchen Zeitpunkten die jeweiligen Kennzahlen erhoben und die Vorgaben überprüft werden müssen. Da das emergente USWS selbst veränderte Rahmenbedingungen erkennt und geeignete Anpassungen vornimmt, muss die Erhebung der Kennzahlen ebenfalls Teil des selbstorganisierenden Systems sein. Zudem führen auch Geschäftsprozessinnovationen zu einer weiteren Herausforderung. Das auf der Makro-Ebene entstehende, aber nicht vorhersehbare, neue Verhalten führt dazu, dass auch nicht alle Vorgaben vorhersehbar sind, die ein emergentes USWS erfüllen muss. Die Qualität des emergenten Systems spiegelt sich hierbei in der *Güte der Selbstorganisation* wider. Sie drückt aus, wie gut das System in der Lage ist, veränderte Rahmenbedingungen zu erkennen und sich an diese anzupassen. Für die Anpassung gibt es zwei Möglichkeiten: entweder können sich die einzelnen Komponenten an die neuen Vorgaben anpassen oder eine Änderung der Komponenten ist ausdrücklich erwünscht, so dass eine Anpassung der Dienstgütevereinbarungen erforderlich ist. Im letztgenannten Fall kommt es zu einer erneuten Aushandlung von Dienstgütevereinbarungen zwischen Kunde und Dienstleister. In beiden zuvor genannten Fällen ist jedoch eine Überprüfung und ggf. auch eine Anpassung der zu erhebenden Kennzahlen erforderlich.

#### 4.4 Ableitung korrespondierender Kennzahlen

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse des Zielsystems und einer Literaturanalyse zur Auswahl von Kennzahlen wurden geeignete Kriterien zur Bewertung existierender Kennzahlen hinsichtlich ihrer Eignung für emergente USWS identifiziert. Anhand der Bewertungskriterien wurden anschließend geeignete Kennzahlen in existierenden Governance-Rahmenwerken wie ITIL und COBIT identifiziert und in Form eines umfangreichen, kategorisierten Kennzahlenkatalogs mit mehr als 30 Kennzahlen festgehalten. Die Kennzahlen beziehen sich auf die drei zuvor identifizierten Handlungsfelder der IT-Governance, SLA Management, Availability Management und Change Management, aufgrund ihrer besonderen Relevanz für emergente USWS. Weiterhin wurden geeignete Metriken, d.h. Berechnungsvorschriften für die Kennzahlen festgehalten. Bild 1 stellt eine beispielhafte Aufzählung und Erläuterung ausgewählter<sup>3</sup> Kennzahlen dar.

<sup>3</sup> Der vollständige Kennzahlenkatalog wurde im Rahmen des Deliverables T.P5.3.3.1 des Software Cluster-Projektes SWINNG (<http://www.software-cluster.org>) erstellt und ist nicht öffentlich zugänglich.



Handlungsfeld	Kennzahl	Metrik	
Service Level Management	Prozentsatz der nicht erfüllten SLAs	Anzahl der nicht erfüllten SLA Verträge / Gesamtanzahl der SLA Verträge	Güte der Selbstorganisation
	Aufgetretene Vorfälle	Anzahl Vorfälle	
Change Management	Durch Änderungen verursachte Vorfälle	Anzahl der durch Änderungen verursachten Vorfälle	Reaktionsgeschwindigkeit des Systems
	Durchschnittliche Zeitdauer zwischen Änderungsanforderung und Umsetzung	Summe aller Zeiten zwischen Änderungswunsch und umgesetzter Änderung / Anzahl der umgesetzten Änderungen	
Availability Management	Ausfallzeit durch Änderungen	Summe der durch Änderungen verursachten Ausfallzeiten des Systems	
	Ausfallzeit durch Vorfälle	Summe der durch Vorfälle verursachten Ausfallzeiten des Systems	

**Bild 1:** Ausgewählte Kennzahlen emergenter USWS (eigene Darstellung)

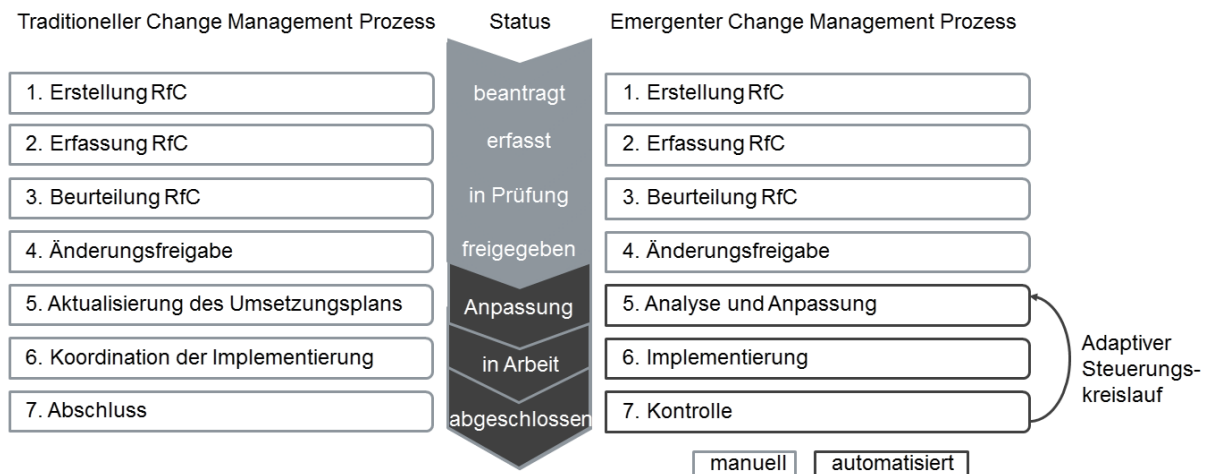
Die Kennzahlen im Bereich des Service Level Managements sowie Kennzahlen zu Vorfällen im Bereich des Change Managements dienen dazu, die Einhaltung der Dienstgütevereinbarungen und somit der definierten Leistungsniveaus in einem emergenten USWS sicherzustellen. Der Prozentsatz der nicht erfüllten SLAs als auch die Anzahl der Vorfälle, welche SLA-Verletzungen dokumentieren, geben Aufschluss darüber, wie gut ein emergentes USWS veränderte Rahmenbedingungen erkennen und sich an diese anpassen kann. Diese Kennzahlen spiegeln somit die Güte der Selbstorganisation und damit die Qualität eines emergenten USWS wider. Im Gegensatz dazu sind die Kennzahlen zur Umsetzungsdauer einer Änderung im Bereich des Change Managements und den Ausfallzeiten im Bereich des Availability Managements ein Indikator für die Reaktionsgeschwindigkeit des selbstorganisierenden Systems. Abhängig von der Reaktionsgeschwindigkeit sind die Erhebungszeiträume für die Kennzahlen in einem emergenten USWS zu bestimmen.

## 5 Auswirkungen emergenten Verhaltens

Da emergente USWS einer hohen Dynamik unterliegen, sind bzgl. des traditionellen Change Managements einige Anpassungen für dessen Anwendung im Rahmen emergenter USWS erforderlich. Gegenstand des traditionellen Change Managements ist die Planung, Prüfung, Freigabe und Kontrolle der Änderungsanforderungen, die die IT-Infrastruktur betreffen [2]. Als Beispiel kann in diesem Zusammenhang die Reaktion auf veränderte Systemeinstellungen genannt werden. Unter einer Änderung versteht das Governance-Rahmenwerk ITIL eine „dokumentierte Hinzufügung, Modifikation oder Entfernung eines autorisierten oder geplanten IT-Service oder einer IT-Service-Komponente einschließlich der damit verbundenen Anpassung des Configuration Management Systems“ [1]. Mit dem Begriff des Configuration Management Systems wird ein ITIL-spezifischer Unterstützungsprozess bezeichnet, welcher anderen ITIL-Prozessen Informationen zur Verfügung stellt [1]. Zur Bestimmung der erforderlichen Änderungen, die bzgl. des Change Managements in emergenten Systemen vorzunehmen sind, ist zu prüfen, inwieweit die besonderen Eigenschaften emergenter Systeme die traditionellen Aufgaben beeinflussen. Der Verlauf des traditionellen Change Management-

Prozesses (vgl. [1]; s. Bild 2) beginnt in den Schritten 1 und 2 mit der Erstellung und Erfassung einer Änderungsanforderung (Request for Change – RfC). Diese wird typischerweise von einem internen IT-Bereich eines Unternehmens initiiert. Das Change Management muss daraufhin in Schritt 3 sicherstellen, dass alle notwendigen Informationen zur Umsetzung der Änderung vorhanden sind, die Risiken der Umsetzung beurteilen und ggf. Rücksprache mit den betroffenen Abteilungen halten. Nach erfolgter Freigabe und Planung durch das Change Management in den Schritten 4 und 5 kann die Änderung durch Mitarbeiter des technischen Managements und unter Kontrolle des Change Managements in den Schritten 6 und 7 umgesetzt werden [1]. Somit wird deutlich, dass sich der Ablauf des traditionellen Change Management-Prozesses über einen längeren Zeitraum erstreckt und auch persönliche Absprachen, d.h. manuelle Bearbeitungsvorgänge umfasst. Eine Anwendung dieses starren Change Management-Prozesses ist im Kontext emergenter USWS nicht möglich. Durch die in emergenten USWS vorherrschende Dynamik und Forderung nach hoher Adaptivität des Systems sind langwierige Beurteilungs- und Freigabeverfahren als auch eine zeitintensive Umsetzungsplanung einer Änderung nicht möglich. In emergenten USWS muss das Change Management vielmehr in zwei Phasen erfolgen:

- Die erste Phase (Schritte 1-4) umfasst dabei alle manuellen Vorgänge, die eine direkte Unterstützung durch Mitarbeiter erfordern, bis zur Freigabe einer Änderungsanforderung. Diese erste Phase stimmt mit dem Ablauf des traditionellen Change Management-Prozesses überein, kann allerdings in emergenten Systemen als optional angesehen werden, wenn seitens des Plattformbetreibers eines emergenten USWS keine Zweifel über die Integration bestimmter Komponenten bestehen, d.h. kein Freigabeprozess erforderlich ist. Die zugehörige Beschreibung der zu integrierenden Komponenten muss allerdings in jedem Fall alle Informationen über die funktionalen und nicht-funktionalen Eigenschaften beinhalten, damit diese ad-hoc in das selbstorganisierende System integriert werden können. Die Komponenten müssen somit selbstbeschreibend sein.
- In der darauffolgenden zweiten Phase (Schritte 5-7) müssen die weiteren Schritte des traditionellen Change Management-Prozesses automatisiert durchgeführt werden, da es sich um ein selbstorganisierendes System handelt. Somit entfällt der Schritt der Umsetzungsplanung, und es ist stattdessen in Schritt 5 ein automatischer Abgleich der lokalen Vorgaben der zu integrierenden Komponenten mit den globalen Vorgaben des emergenten USWS notwendig. Im Fall von Widersprüchen müssen geeignete Anpassungen vorgenommen werden, bevor eine Komponente in Schritt 6 in das Gesamtsystem integriert werden kann. Die Komponente ist dann ebenfalls zur Laufzeit zu überwachen, um die Einhaltung aller Vorgaben sicherzustellen. Zu diesem Zweck werden in Schritt 7 die zuvor definierten Kennzahlen erhoben. Falls im Rahmen der Überwachung Abweichungen von den Vorgaben festgestellt werden, so müssen vom System selbstständig Anpassungen vorgenommen werden. Hierfür muss ein adaptiver Steuerungskreislauf in den Change Management-Prozess für emergente USWS integriert werden, der die Informationen, die während der Überwachung des Gesamtsystems in Schritt 7 erhoben werden, als Eingabeparameter für weitere Änderungsanforderungen in Schritt 5 zur Verfügung stellt. Änderungen können auch die zuvor definierten Kennzahlen betreffen, wenn zusätzliche Komponenten mit neuen Vorgaben in das System integriert werden. Innerhalb des Change Managements repräsentiert die adaptive Steuerung demnach einen Regelkreislauf, der die fortwährende Einhaltung aller Vorgaben zur Laufzeit sicherstellt.



**Bild 2:** Vergleich trad. u. emerg. Change Management-Prozess (in Anlehnung an [1])

## 6 Zusammenfassung

In dem vorliegenden Artikel wurden die Auswirkungen emergenten Verhaltens auf Governance in emergenten Systemen untersucht und geeignete Kennzahlen abgeleitet. Die Analyse ergab, dass drei traditionelle Handlungsfelder der IT-Governance, Service Level Management, Availability Management und Change Management, besonders relevant für die Governance in emergenten USWS sind. Innerhalb dieser drei Bereiche wurden geeignete Kennzahlen traditioneller IT-Governance-Rahmenwerke identifiziert, die zur Beurteilung der Güte der Selbstorganisation sowie der Reaktionsgeschwindigkeit in emergenten USWS herangezogen werden können. Die Kennzahlen bilden die Grundlage zur automatisierten Kontrolle und Anpassung von Vorgängen in Unternehmen mit emergenten USWS. Sie dienen dazu, die Adaptivität dieser Unternehmen hinsichtlich dynamisch wechselnder Anforderungen zu überprüfen oder weiter zu erhöhen und verschaffen diesen Unternehmen somit entscheidende Wettbewerbsvorteile. Als weiteres Ergebnis der Analyse hat sich gezeigt, dass der traditionelle Change Management-Prozess zur Anwendung in emergenten USWS aufgrund seiner manuellen Bearbeitungsvorgänge in Form eines Zwei-Phasen-Modells angepasst werden muss. Mit der Integration eines adaptiven Steuerungskreislaufs in Phase 2 kann zudem die Forderung nach Adaptivität und Selbstorganisation emergenter USWS erfüllt werden. Durch die Erhebung der zuvor definierten Kennzahlen können die bestehenden Vorgaben kontrolliert und automatisiert Anpassungen bei Abweichungen oder neuen Vorgaben vorgenommen werden. Im Rahmen von zukünftigen Arbeiten könnten noch weitere, für emergente USWS weniger relevante Handlungsfelder dahingehend analysiert werden, ob sich trotz der geringen Relevanz dennoch Änderungen bzgl. der IT-Governance-Prozesse sowie der zu erhebenden Kennzahlen ergeben. Weiterer Bestandteil zukünftiger Forschungsarbeiten ist die Konzeption von Gestaltungsempfehlungen für das Change Management in emergenten USWS sowie die Entwicklung adäquater Überwachungsmechanismen.

*Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes SWINNG im Software-Cluster ([www.software-cluster.org](http://www.software-cluster.org)) erstellt und mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen "01|C10S05" gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.*

## 7 Literatur

- [1] Böttcher, R. (2008): IT-Servicemanagement mit ITIL V3. Einführung, Zusammenfassung und Übersicht der elementaren Empfehlungen. Heise Verlag, Hannover.
- [2] Fröhlich, M.; Glasner, K. (2007): IT-Governance. Leitfaden für eine praxisgerechte Implementierung. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [3] Goldstein, J. (1999): Emergence as a Construct: History and Issues. In: *Emergence*, 1(1):49-72.
- [4] IT Governance Institute (ITGI): IT-Governance für Geschäftsführer und Vorstände. 2. Ausgabe, [http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/BoardBriefing/Boardbriefing\\_German.pdf](http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/BoardBriefing/Boardbriefing_German.pdf). Abgerufen am 10.05.2011.
- [5] IT Governance Institute (ITGI): COBIT 4.1: Control Objectives for Information and Related Technology. IT Governance Institute, Rolling Meadows. <http://www.isaca.org/KnowledgeCenter/cobit/Pages/Downloads.aspx>. Abgerufen am 10.06.2011.
- [6] Kaplan, R. S.; Norton, D. P. (2009): Der effektive Strategieprozess: Erfolgreich mit dem 6-Phasen-System. Campus Verlag, Frankfurt.
- [7] Korndörfer, W. (1999): Unternehmensführungslehre. 9. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [8] Kütz, M. (2005): IT-Controlling für die Praxis. Konzeption und Methoden, 1. Auflage. dpunkt.verlag, Heidelberg.
- [9] Kütz, M. (2011): Kennzahlen in der IT. Werkzeuge für Controlling und Management. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. dpunkt Verlag, Heidelberg.
- [10] Locke, E. A.; Shaw, K. N.; Saari, L. M.; Latham, G. R. (1981): Goal Setting and Task Performance: 1969-1980. In: *Psychological Bulletin*. 90(1):125-152.
- [11] Marilly, E.; Martinot, O.; Betgé-Brezetz, S.; Delègue, G. (2002): Requirements for Service Level Agreement Management. In: *Workshop on IP Operations and Management*.
- [12] Miede, A.; Repp, N.; Eckert, J.; Steinmetz, R. (2008): Self-Organization Mechanisms for Information Systems – A Survey. In: *Association for Information Systems (AIS): Proceedings of the Fourteenth Americas Conference on Information Systems*, Toronto.
- [13] Niemann, M.; Miede, A.; Johannsen, W.; Repp, N.; Steinmetz, R. (2010): Structuring SOA Governance. In: *International Journal of IT/Business Alignment and Governance (IJITBAG)*. 1(1):58-75.
- [14] Office of Governance Commerce (2007): ITIL v3: Information Technology Infrastructure Library Version 3 Core OGC Titles, Band 1-5. The Stationery Office, London.
- [15] Radermacher, R. (2011): Business-Software nach Lego-Art. Digital. In Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Informatik e.V., Formatwerkstatt, Berlin.
- [16] Self, J. (2003): From Values to Metrics: Implementation of the Balanced Scorecard at a University Library. In: *Performance Measurement and Metrics*, 4(2):57-63.

# Web Analytics – Empirische Untersuchung über den Einsatz, Nutzen und die Probleme der Webanalyse

**Darius Zumstein, Andreas Meier**

Universität Fribourg, Information Systems Research Group,  
1700 Fribourg (Schweiz), E-Mail: [darius.zumstein@unifr.ch](mailto:darius.zumstein@unifr.ch), [andreas.meier@unifr.ch](mailto:andreas.meier@unifr.ch)

**Thomas Myrach**

Universität Bern, Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Informationsmanagement,  
3004 Bern (Schweiz), E-Mail: [thomas.myrach@unibe.ch](mailto:thomas.myrach@unibe.ch)

## Abstract

Eine Expertenbefragung unter 740 Web-Analytics-Spezialisten im deutschsprachigen Raum zeigte, dass die Webanalyse einen hohen Wertbeitrag für das Informationsmanagement im eBusiness liefert. Web Analytics hilft Unternehmen bei der Analyse der Website-Nutzung, bei der Optimierung des eMarketings (Kampagnenmanagement, Suchmaschinenoptimierung) und der Website, d.h. Content, Navigation und Usability. Web Analytics als ein strategisches Steuerungs- und Management-Instrument hilft in 10 von 11 Fällen, die Ziele der Website und des Online-Geschäfts zu messen und zu erreichen. Dazu gehört die Kundengewinnung bzw. -bindung, die Bereitstellung von Informationen und die Kommunikation mit Website-Nutzern. Mangelnde Erfahrung und Ressourcen hindern Firmen daran, die Nutzenpotentiale von Web-Analytics-Software auszuschöpfen und erhöhen verschiedene Anwenderprobleme.

## 1 Einführung

### 1.1 Motivation und Definition

Seit der Entstehung des World Wide Webs vor 20 Jahren ist das Internet für Unternehmen ein wichtiges Instrument der Information, Kommunikation und des elektronischen Geschäfts geworden. Mit der zunehmenden Bedeutung des Webs wird die Analyse, das Controlling und die Optimierung des Internetauftritts – das Web Analytics – wichtiger Gegenstand für Theorie und Praxis. *Web Analytics* (WA) ermöglicht, den Website-Traffic anhand verschiedener Webmetriken zu analysieren. Damit lässt sich die Nutzung des Online-Angebots besser verstehen und die Website optimieren (vergleiche Definitionen in Bild 1). Im Web Analytics analysiert man Daten zur Websitenutzung, um das eCustomer Relationship Management und eMarketing zu steuern und zu optimieren. Web-Analytics-Systeme dienen ebenfalls dazu, die Ziele einer Website anhand von Key Performance Indicators (KPIs) zu überprüfen.

Autor	Analyse Webdaten	Verständnis Webnutzung	Optimierung Website	Optimierung eBusinesss		Erreichung Website-Ziele
				eCRM	eMarketing	
Kaushik [5]	✓					✓
Wikipedia [11]	✓	✓				
Sterne [7] / WAA [8]	✓	✓	✓			
Inan [4]	✓	✓		✓		
Weischedel et al. [9]	✓	✓		✓	✓	
Zumstein & Meier [12]	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Bild 1: Definitionen von Web Analytics

## 1.2 Problemstellung und Forschungsfragen

Über den Einsatz, Nutzen und die Probleme des Web Analytics gibt es bisher wenige Untersuchungen und akademische Publikationen zu einem aktuellen Thema. Deshalb soll eine explorative Untersuchung erfolgen, *wie, warum und wozu Unternehmen Web-Analytics-Systeme einsetzen*. Dabei sollen fünf Forschungsthemen behandelt werden (vgl. Bild 2). Die Untersuchung fokussiert insbesondere auf Forschungsthema 4, sprich auf die Nutzenvorteile und auf den *Wertbeitrag des Web Analytics und Web Controllings für Website-Betreiber und für das Informationsmanagement*.

Forschungsthemen	Variablen / Frage im Online-Fragebogen	Kapitel
1. In welchen Branchen und Unternehmen wird Web Analytics eingesetzt?	<b>Branche</b> der Befragten	3.1
	<b>Unternehmensgröße</b> der Befragten	3.2
	<b>Anteil des Online-Umsatzes</b> am Gesamtumsatz	
2. Wie wird Web Analytics in Unternehmen organisiert und umgesetzt?	<b>Erfahrung</b> im Web Analytics	3.3
	<b>Abteilung</b> , in welcher das Web Analytics angesiedelt ist	3.4
	<b>Stellenprozente</b> , die in das Web Analytics investiert werden	3.5
	<b>Beratung</b> , welche zu Web Analytics beansprucht wurde	
3. Welche technischen Methoden und Systeme kommen im Web Analytics zum Einsatz?	<b>Datensammlungsmethoden</b> , die im WA eingesetzt werden	3.6
	<b>Software-Produkte</b> , die im Web Analytics eingesetzt werden	3.7
	<b>Zufriedenheit</b> der Befragten mit Web Analytics Software	
	<b>Individuelle Reports</b> , die im Web Analytics erstellt werden	3.8
4. Welche Nutzenvorteile und Probleme birgt das WA?	<b>Nutzen</b> und Vorteile des Web Analytics für Unternehmen	3.9
	<b>Probleme</b> im Web Analytics	3.10
5. Welche Metriken und Zielindikatoren werden mit Web Analytics gemessen?	<b>Metriken</b> , welche im Web Analytics erhoben werden	3.11
	<b>Website-Ziele</b> , welche mit Web Analytics überprüft werden	3.12
	<b>Zielerreichung</b> durch Web Analytics	

Bild 2: Überblick zu den Forschungsfragen und Kapitel

## 2 Methode

Zur Beantwortung der obigen Forschungsthemen wurde ein Fragebogen mit 55 Fragen ausgearbeitet und in den Monaten Februar 2011 bis Mai 2011 eine *Online-Befragung unter Fachleuten* durchgeführt, welche sich professionell mit Web Analytics beschäftigen. Primär-Zielgruppe waren Web Analysten und Online-Marketing-Experten von Unternehmen, die

beruflich mit Web Analytics und Web Controlling zu tun haben. Zur Sekundär-Zielgruppe gehörten Berater und Software-Hersteller im Bereich Web Analytics (vgl. Bild 3).

Die Web-Analytics-Fachleute wurden über das professionelle Netzwerk *XING* angesprochen. Dazu wurde ein Link zur Umfrage in den Foren von 16 XING-Gruppen platziert, die mit Web Analytics thematisch in Zusammenhang stehen.

<i>Art</i>	<b>Expertenbefragung</b>
<i>Methode</i>	Online-Umfrage mit 16 Fragen (insgesamt 55 Teilfragen)
<i>Software</i>	Onlineumfragen.com GmbH
<i>Link</i>	<a href="http://www.onlineumfragen.com/login.cfm?umfrage=23375">http://www.onlineumfragen.com/login.cfm?umfrage=23375</a>
<i>Zeitraum</i>	11. Februar 2011 bis 31. Mai 2011
<i>Ansprache</i>	Mitglieder von 16 Web-Analytics- und eBusiness-Fachgruppen auf XING
<i>Grundgesamtheit</i>	<p>Alle Personen im deutschsprachigen Raum, die beruflich mit Web Analytics und Web Controlling zu tun haben und dies unter „Ich biete“, „Interessen“ auf XING deklarierten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primär-Zielgruppe: Web Analysten und Online-Marketing-Spezialisten von Firmen</li> <li>• Sekundär-Zielgruppe: Web-Analytics-Berater und -Software-Hersteller</li> </ul>
<i>Repräsentativität</i>	Trotz großer Grundgesamtheit und Stichprobe ist die Repräsentativität der Untersuchung insofern eingeschränkt, dass <i>keine Zufalls- oder Quotenstichprobe</i> vorliegt
<i>Abbruchquoten</i>	<p>1846 Kontakte (Personen, welche den Fragebogen öffneten)</p> <p>1048 Personen mit Antworten (mindestens eine Frage beantwortet; 56,8%)</p> <p>740 Personen, welche den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben (40,1%)</p>
<i>Stichprobe</i>	<b>740 Web Analytics Professionals (n=740)</b>

**Bild 3: Angaben zur Datenerhebung**

Zudem wurden 386 Mitglieder der XING-Gruppe *Web Analytics Switzerland* und *Web Analytics Deutschland*, welche im Profil unter „Ich biete“ bzw. „Interessen“ Web Analytics aufführten, persönlich angeschrieben. Zusätzlich wurde in der XING-Gruppe „Webanalyse und Webcontrolling“ und „E-Marketing“ ein Newsletter mit einem Verweis zur Umfrage an 18'919 Mitglieder versandt. Soziale Netzwerke wie Facebook, Twitter und Blogs wurden ebenfalls genutzt, um die Online-Befragung in der Web-Analytics-Szene bekannt zu machen.

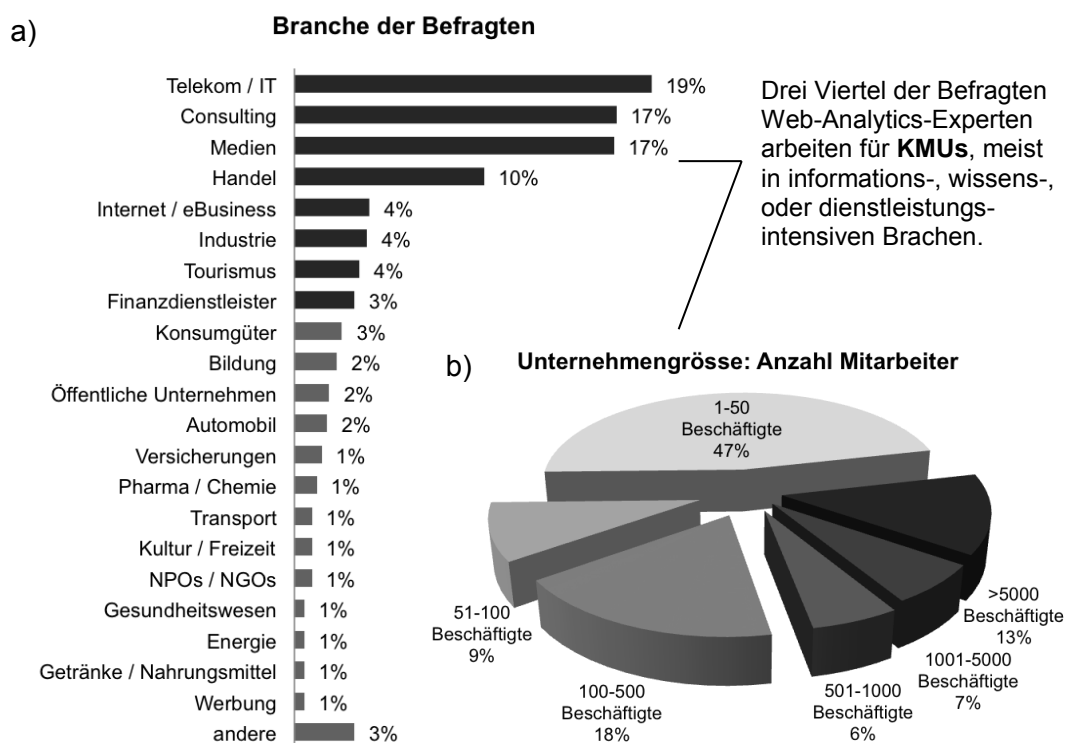
Die Abbruchquote war mit 60% relativ hoch: von den 1846 Personen, welche den Link zur Online-Umfrage aufrufen, haben 1048 Personen die erste Frage ausgefüllt und lediglich 745 von den 1846 Kontakten haben die letzte Frage beantwortet. 740 Personen (40,1%) haben den Fragenbogen vollständig ausgefüllt, die *Stichprobengröße* (n) beträgt somit 740.

### 3 Resultate der Web-Analytics-Umfrage

#### 3.1 Branchen

Web Analytics wird in den verschiedenen Branchen (Industriezweigen) unterschiedlich oft eingesetzt, da die Geschäftsmodelle, die strategische Bedeutung der Website und deren Erfolgskontrolle von der Natur des Geschäfts und der Branche abhängig sind (vgl. Bild 4a):

- Ein Fünftel der befragten Spezialisten arbeitet in der *Telekom- resp. IT-Branche*. Diese Branche machen Web Analytics nicht nur in eigener Sache, sondern es kommen auch Dienstleister oder Softwarehersteller im Bereich Web Analytics in Frage.
- Mit 17% folgt die *Medienbranche*. Die Analyse der Inhaltsnutzung auf den Newsportalen wurde meist eine Pflichtaufgabe: Bei allen großen Zeitungs- und Zeitschriftverlage werden Web-Analytics-Systeme eingesetzt, oft sogar verschiedene gleichzeitig (vgl. Kapitel 3.7).
- Die *Beratungsbranche* ist mit 17% stark vertreten. Dies liegt auch daran, weil Web Analytics beratungsintensiv ist (Kapitel 3.5) und Berater auf XING sehr präsent sind.
- Der *(Online-)Handel* ist mit 10% der Antworten eine wichtige Branche des Web Analytics.
- In *informations-, wissens- und dienstleistungsintensiven Branchen* wie Versicherungen, Banken, Tourismus und Internet wird Web Analytics ebenfalls häufig eingesetzt.



**Bild 4:** Branchen und Unternehmensgröße (n=740)

### 3.2 Unternehmensgröße und Anteil des Online-Umsatzes

Zwar ist Web Analytics bei 76% der Großunternehmen eine Pflichtaufgabe geworden, wie eine Studie von Forrester zeigt [2]. Die Resultate dieser Befragung verdeutlichen auch, dass Dreiviertel der Web-Analytics-Betreibenden *kleinen und mittelgroßen Unternehmen* (KMUs) zugeordnet werden kann (vgl. Bild 4b). Web Analytics ist somit nicht nur Angelegenheit von Großunternehmen, sondern auch von kleineren Organisationen und Websites: Die Hälfte der Stichprobe beinhaltet Kleinst- bzw. Kleinunternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitenden und ein Viertel arbeitet für ein mittelgroßes Unternehmen mit 51 bis 500 Mitarbeitenden. Da der größte Anteil der Volkswirtschaft KMUs und viele Internet-Firmen relative Startups sind, ist der große Anteil an kleinen und mittelgroßen Unternehmen wenig erstaunlich.



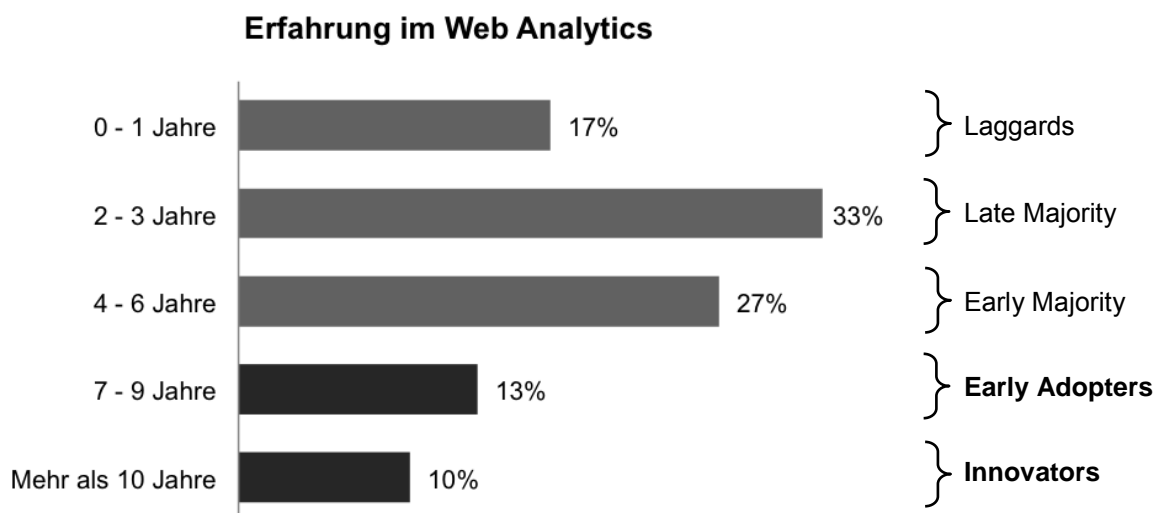
Bei der dritten Frage wurden die Experten befragt, welchen Anteil der Online-Umsatz am Gesamtumsatz des Unternehmens ausmacht, für welches sie arbeiten.

- Ein Fünftel (19%) der befragten Firmen, die Web Analytics betreiben, hat *keinen Umsatz*, der online umgesetzt wurde. Das heißt, dass die Website für diese Unternehmen keinen Absatzkanal darstellt und der Umsatz ausschließlich offline generiert wird.
- Bei 46% verfügt das Unternehmen über einen eher geringen Anteil zwischen 1% und 49% an Online-Umsatz. Das Internet dient bei diesen Firmen nicht als primärer Absatzkanal.
- 9% verfügen über einen eher großen Anteil an Online-Umsatz und für 26% stellt das *Internet die Haupteinnahmequelle* dar mit einem Online-Umsatz-Anteil zwischen 75% und 100%. Bei diesen eBusiness-Unternehmen ist die Website von strategischer Bedeutung.

### 3.3 Erfahrung im Web Analytics

Eine weitere Frage eruierte, wie erfahren Unternehmen im Fachbereich Web Analytics sind. Dabei zeichnete sich folgendes Bild (vgl. Bild 5):

- Rund ein Sechstel der Befragten sind "Newbies" bzw. "Laggards" mit weniger als einem Jahr Erfahrung mit Web Analytics. Die Hälfte hat weniger als drei Jahre Erfahrung, viele Nutzer von Web-Analytics-Systemen sind folglich neu in der Branche.
- Die Mehrheit der Befragten betreibt Web Analytics im Unternehmen zwischen zwei und sechs Jahren, begann somit ab 2005 mit dessen Implementierung und Betrieb.
- Ein Viertel der Firmen ist mit mehr als sieben Jahren erfahren. Sie sind Innovators resp. Early Adopters, welche sich schon früh mit dem Thema auseinandersetzten. Dadurch konnten sie *First-Mover- und Wettbewerbsvorteile* erlangen: Datenanalysen zeigen, dass sie die Nutzenpotentiale des Web Analytics (vgl. Kapitel 3.9) besser ausschöpfen und deutlich weniger Probleme im Web Analytics haben (vgl. Kapitel 3.10).



**Bild 5:** Erfahrung im Web Analytics (n=740)

### 3.4 Abteilungen des Web Analytics

Bei der fünften Frage wurden die Experten gefragt, in welcher Abteilung das Web Analytics in ihren Unternehmen angesiedelt ist. Es resultierten folgende Ergebnisse:

- Bei der Hälfte der Befragten ist das Web Analytics der *Marketing-Abteilung* zugeordnet. Meist ist die Webanalyse also Aufgabe des (Online-)Marketings.
- In einigen Firmen ist Web Analytics technisch(er) ausgerichtet und Angelegenheit von *Business Intelligence* bzw. *Analytics* (17%) oder in der *IT-Abteilung* (15%) angesiedelt.
- Seltener untersteht das Web Analytics dem *Controlling* (8%), der Internet-Abteilung (4%), dem Vertrieb (3%), der Geschäftsleitung (2%) oder der Unternehmenskommunikation (1%). In wenigen Fällen gibt es sogar eine eigene Web-Analytics-Abteilung.

Bei gut einem Drittel der Befragten ist die Webanalyse in *mehreren Abteilungen gleichzeitig* angesiedelt. Web Analytics ist – wie die Wirtschaftsinformatik generell – eine interdisziplinäre Aufgabe, welche einen hohen Kommunikation- und Koordinationsaufwand erfordert. Der hohe Grad an *Interdisziplinarität* führt dabei oft zu Problemen (vgl. Kapitel 3.10).

### 3.5 Stellenprozente und externe Beratung im Web Analytics

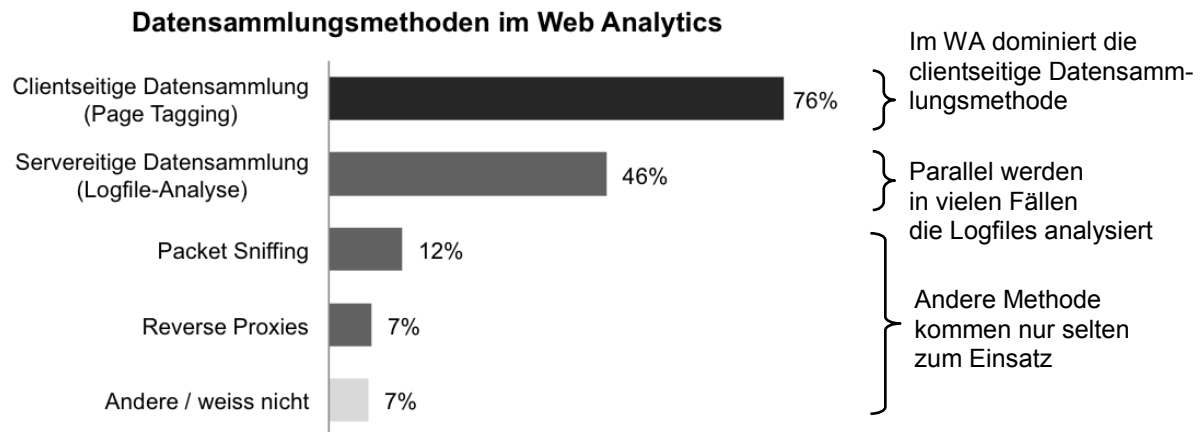
Bei der Frage, wie viele Stellenprozente (Manpower) in das Web Analytics investiert wird, zeigte sich ein klares Bild: *In vier von fünf Fällen werden weniger als 30 Stellenprozent in Web Analytics investiert* und somit nur nebenbei betrieben. Web Analytics ist also meist kein Vollzeit-, sondern ein *Nebenjob*. Gerade bei KMUs ist dieses Resultat wenig erstaunlich, da spezielle IT-Aufgaben zwangsläufig nicht mit einer Vollzeitkraft besetzt werden können.

Web Analytics ist ein *beratungsintensives Fachgebiet*: Jedes zweite befragte Unternehmen ließ sich extern dazu beraten. Die Beratung kann verschiedene Bereiche betreffen und liegt auf *strategischer Ebene* (z.B. Definition von Website-Zielen und Kennzahlensystemen), auf *konzeptioneller Ebene* (z.B. die Auswahl Tools und Erstellung von Tagging-Konzepten) oder auf *operativer bzw. analytischer Ebene* (z.B. Implementierung, Analyse und Reporting).

### 3.6 Datensammlungsmethoden im Web Analytics

Zu der Frage, welche Datensammlungsmethoden im Web Tracking am häufigsten eingesetzt werden, lassen sich in Bild 6 folgende Resultate festhalten:

- Die *clientseitige Datensammlungsmethode* (Page Tagging mittels JavaScript) kommt bei Dreiviertel der Befragten zum Einsatz.
- Die *serverseitige Datensammlungsmethode*, die Logfile-Analyse, wird fast von der Hälfte der Befragten eingesetzt. Trotz zahlreicher Nachteile der serverseitigen Methode [3], [6], werden die Logfiles der Webserver nach wie vor häufig ausgewertet.
- Weitere Datensammlungsmethoden der Webanalyse, etwa das *Packet-Sniffing* (Analyse des Datenverkehrs) oder Einsatz von *Reverse Proxies* (Zwischenschalten von Servern zwischen Client und Webserver) werden eher selten eingesetzt.

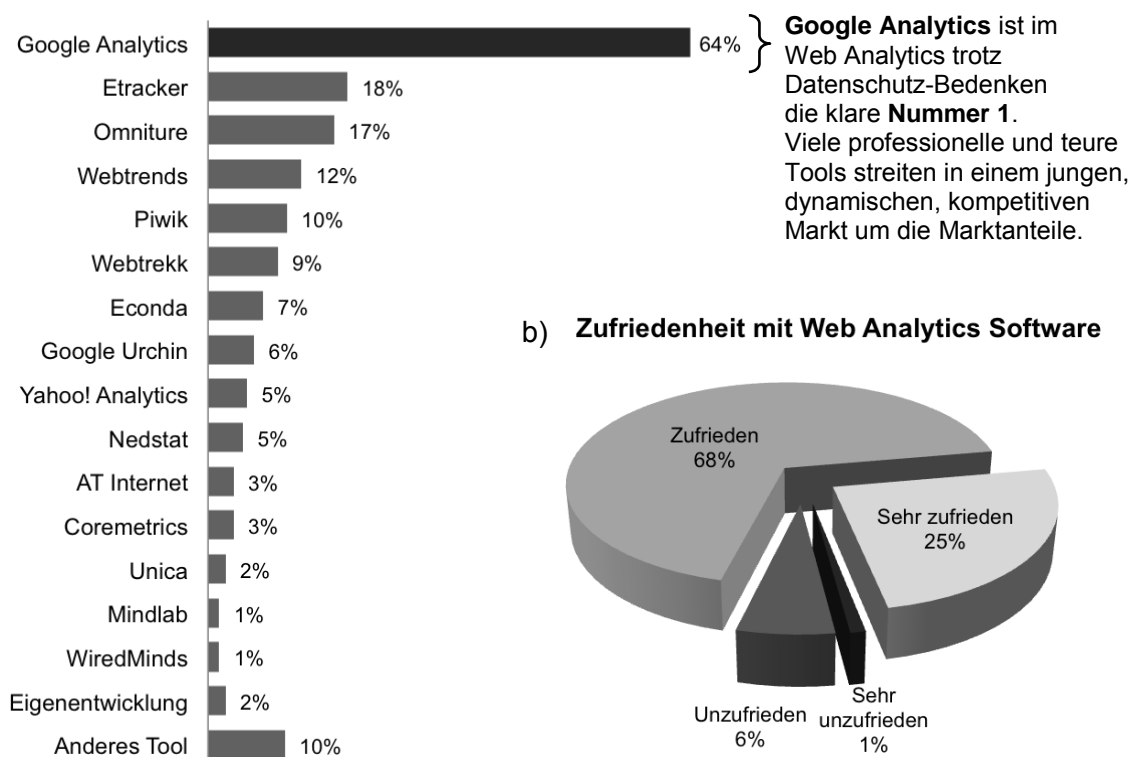


**Bild 6: Datensammlungsmethoden im Web Analytics (n=740; Mehrfachantworten möglich)**

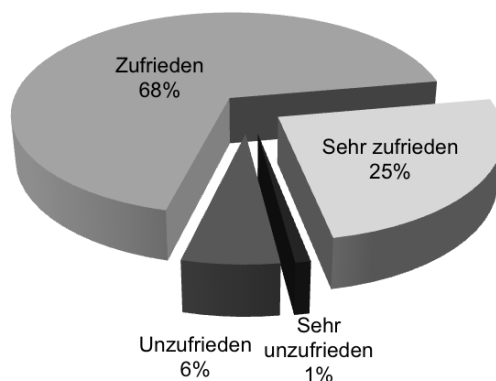
### 3.7 Web Analytics Tools

Die Experten wurden befragt, welche Software sie im Web Analytics nutzen, wobei mehrere Systeme gleichzeitig eingesetzt werden können (vgl. Bild 7a). Es zeigte sich, dass *Google Analytics* mit 64% klar Marktführer ist, trotz Vorbehalte im Datenschutz. Dahinter folgen mit 18% *eTracker*, die amerikanischen Marktführer *Omniture* (17%) und *Webtrends* (12%) sowie mit 10% das *Open Source Tool Piwik* (auch eingesetzt auf [www.MKWI2012.de](http://www.MKWI2012.de)).

#### a) Web-Analytics-Systeme (clientseitige Tools)



#### b) Zufriedenheit mit Web Analytics Software



**Bild 7: Web-Analytics-Systeme und Zufriedenheit (n=740; Mehrfachantworten möglich)**

Bei der Frage, *wie zufrieden* die Anwender mit ihren Web-Analytics-Systemen sind, zeigten sich überraschende Resultate (vgl. Bild 7b): Ganze 93% sind zufrieden oder sehr zufrieden mit den Tools. Gerade mal 6% der Nutzer sind unzufrieden und nur 1% sehr unzufrieden.

### 3.8 Reporting im Web Analytics

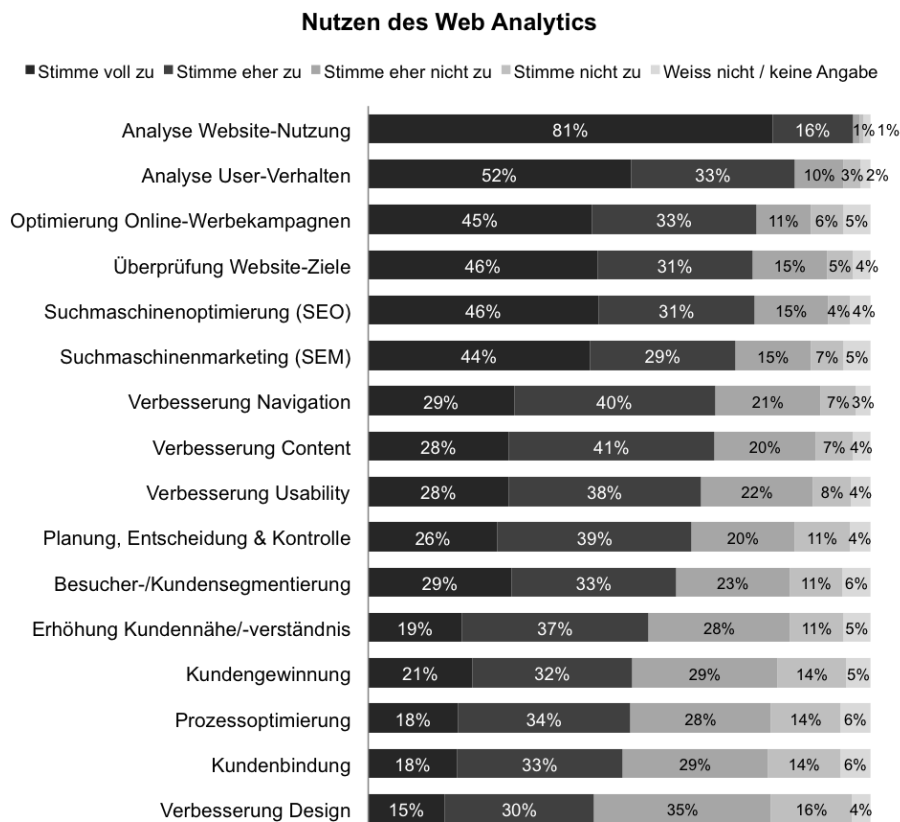
Die Fachleute wurden befragt, ob und wie häufig ziel- bzw. benutzerspezifische Reports erstellt werden: Fast alle (87%) erstellen individuelle, angepasste Reports, die Hälfte sehr häufig. 13% der Befragten nutzen lediglich vorkonfigurierte Standard-Reports der Systeme.

### 3.9 Nutzen von Web Analytics

Weiter wurden die Web-Experten befragt, inwieweit sie zustimmen, ob ihnen 16 bekannte Nutzenpotentiale der Webanalyse tatsächlich Vorteile generieren. Bild 8 zeigt die Resultate.

Großes Potential des Web Analytics liegt per Definition in der Analyse der *Websitenutzung*. 97% aller Befragten stimmte zu und nur 2% stimmten nicht zu, Web Analytics zur Analyse der Websitenutzung einzusetzen. Der Großteil (85%) stimmte ebenfalls zu, dass sie Web Analytics dazu nutzen, das *User-Verhalten* zu analysieren.

Bei 77% der Befragten hilft Web Analytics, den *Erfolg von Online-Werbekampagnen zu überprüfen und den Einsatz der Werbemittel zu optimieren*. Web Analytics unterstützt sie, die Effizienz und Effektivität der Online-Werbemaßnahmen, z.B. Bannerwerbung, Newsletter, Gewinnspiele, Blog- oder Facebook-Einträge, anhand von verschiedenen Webmetriken und Webkennzahlen zu messen und den Online-Marketing-Mix optimal zu gestalten.



**Bild 8:** Nutzen von Web Analytics (n=740)

Jeder Fünfte stimmte nicht zu, dass sie die Webanalyse zur Messung der Website-Ziele einsetzen. Dies liegt u.a. oft daran, dass diese Web Analysten unerfahren sind, keine Ziele definiert haben oder weil die Website-Ziele schwierig zu überprüfen sind (vgl. Kapitel 3.12).

In 80% der Fälle *hilft das Web Analytics bei der Suchmaschinenoptimierung* (Search Engine Optimization, SEO). Das heißt, dass Online-Marketing-Spezialisten das Web Analytics dazu nutzen, den Besucherfluss aus Suchmaschinen zu analysieren und anhand von Maßnahmen zu erhöhen. Da der Anteil suchmaschinengenerierten Traffics bei den meisten Websites ein Grossteil des Gesamttraffics ausmacht, ist dessen Analyse und Steuerung zentrale Aufgabe.

Bei  $\frac{3}{4}$  der Befragten *unterstützt das Web Analytics das Suchmaschinenmarketing* (Search Engine Marketing, SEM), indem das Web-Analytics-System anzeigt, wie viele Besucher durch Suchmaschinenanzeigen wie z.B. Google AdWords auf die Website gekommen sind.

Bei der Frage, ob Web Analytics hilft, die *Navigation (Struktur) einer Website*, z.B. anhand von Klick- und Pfadanalysen zu verbessern, stimmten 7 von 10 Befragten zu. Die Mehrheit (69%) der Befragten bestätigte zudem, dass ihnen die Webanalyse hilft, den *Content (Inhalt) der Website* und die *Usability (Benutzerfreundlichkeit)* der Website zu verbessern.

Zwei Drittel stimmte zu, dass ihnen WA bei der *geschäft- oder websitebezogenen Planung, Entscheidung und Kontrolle* hilft. Ein Drittel, oft Web Analytics unerfahren und mit weniger als 50 Stellenprozenten ausgestattet, nutzt die Webanalyse hingegen nicht zur Management-Unterstützung. Bei der Frage, ob Web Analytics den Befragten hilft, *Besucher und Kunden zu segmentieren*, stimmten über 62% der Befragten voll oder eher zu.

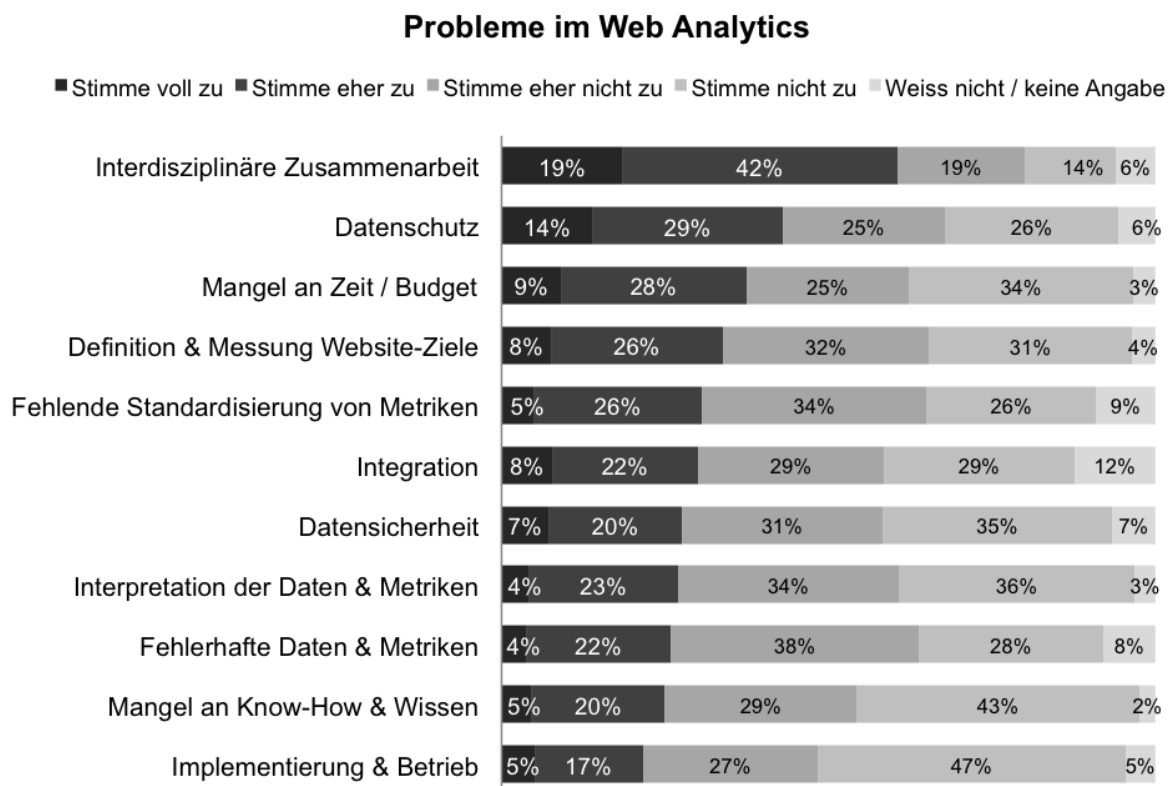
Die Mehrheit stimmte zu, dass sie dank der Analyse des Such-, Klick- und Kaufverhaltens die *Kundennähe resp. -orientierung und das Kundenverständnis verbessern*. Andererseits stimmten 37% nicht zu, dass ihnen Web Analytics beim Kundenverständnis unterstützt.

*Generierung von Leads (Kontaktdaten von Interessierten) und Neukunden* ist ein häufiges Ziel von Websites (vgl. Kapitel 3.12). Daher wurden die Experten befragt, ob ihnen Web Analytics bei der Kundengewinnung hilft. Über die Hälfte (53%) der Befragten bejahten und 43% verneinte diese Frage. Neben der Akquisition ist die *Kundenbindung* eine wichtige Aufgabe des eCRM. Ebenfalls der Hälfte der Befragten hilft das Web Analytics bei der Kundenbindung. Ein Drittel hingegen nutzt es noch nicht dazu, die Online-Kundenbindung zu messen und zu erhöhen. Offensichtlich haben viele Firmen noch nicht den Schritt vollzogen, wichtige Ziele entlang des Kundenkaufzyklus (Vorkauf-, Kauf- und Nachkaufphase) und des Kundenlebenszyklus abzubilden und anhand von Webkennzahlen und KPIs zu überprüfen.

52% der Befragten stimmte zu, dass ihnen Web Analytics hilft, *geschäft- oder website-bezogene Prozesse* zu optimieren, ein Drittel nicht. Es stimmten nur 46% voll oder eher zu, dass ihnen Web Analytics hilft, das *Design (Layout)* der Website zu verbessern. Die Mehrheit der Befragten nutzt die Webanalyse nicht dazu, Anpassungen am Design vorzunehmen.

### 3.10 Probleme im Web Analytics

Neben den Vorteilen sind mit Web Analytics auch gewisse Probleme verbunden (vgl. Bild 9).



**Bild 9: Probleme im Web Analytics (n=740)**

Für 61% der Befragten ist die *interdisziplinäre Zusammenarbeit und Kommunikation im WA eine Herausforderung*. Konflikte treten u.a. deshalb auf, weil die Beteiligten unterschiedlichen fachlichen Hintergrund und verschiedene *unternehmenspolitische Interessen* haben.

Kritische Problematik im Web Analytics ist der *Datenschutz*, da jeder Klick der Besucher und persönliche Nutzerdaten wie zum Beispiel IP-Adresse oder Cookies gespeichert und weiterverarbeitet werden. Fast die Hälfte der Befragten bestätigte, dass es im *Web Analytics Probleme und Unsicherheiten gibt bezüglich des Datenschutzes*. Ähnlich kritisch ist für 27% die *Datensicherheit*, sprich der Schutz der Daten vor Verlust, Manipulation oder Diebstahl.

Der Nutzen und die Relevanz der Webanalyse für das Marketing und Website-Management wird von vielen Führungskräften noch nicht oder zu wenig erkannt. Die Resultate bekräftigen dies: 37% stimmten (eher) zu, dass ihnen *die Zeit oder das Budget für Web Analytics fehlt*. Für einen Drittel der Befragten – in vielen Fällen unerfahrene Analysten – fällt es zudem schwer, *die Ziele der Website(s) zu definieren und anhand von Metriken zu messen*.

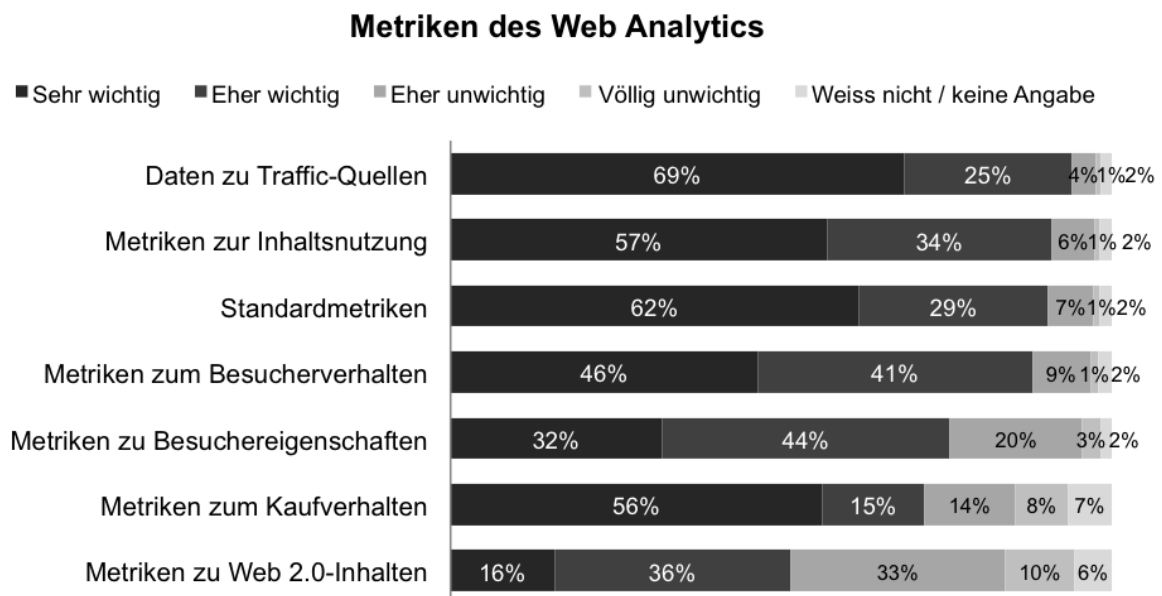
Das Web Analytics steht vor dem technischen Problem, dass *Metriken und Kennzahlen nicht einheitlich definiert resp. standardisiert* sind und von Software zu Software anders gemessen werden. Ein Drittel der Befragten bestätigt dies. Wie bei anderen Informationssystemen besteht im Web Analytics bei 31% der Fälle die Herausforderung der *Datenintegration*, sprich dass geschäftsrelevante Webdaten isoliert erhoben, gespeichert und ausgewertet werden.

Nicht selten verkommt Web Analytics zu einer Insellösung, deren Informationen die Abteilung allenfalls in Form von Excel-, PDF- oder Powerpoint-Dateien verlassen.

Weitere Probleme sind für 30% die *Interpretation der Daten und Metriken* und für ein Viertel die *Datenqualität und das fehlende interne Wissen bzw. Know-How*. Die *Implementierung* und der Betrieb von WA bereiten nur wenigen, v.a. unerfahrenen Anwendern Probleme.

### 3.11 Metriken des Web Analytics

Eine weitere Frage untersuchte die Bedeutung einzelner Kategorien an Webmetriken und Webkennzahlen. Es zeigte sich, dass für die meisten Web Analysten und Manager nahezu alle Metriken relevant sind (vgl. Bild 10).



**Bild 10: Metriken des Web Analytics (n=740)**

Wichtigste Kategorie an Metriken sind die Daten zur *Traffic-Quelle*. Dazu gehören die Anzahl Besuche und Besucher, die direkt zugreifen, von Suchmaschinen und Drittseiten verwiesen werden oder mittels Werbekampagnen auf die Website akquiriert wurden.

Für 91% sind die Metriken zur *Inhaltsnutzung* (z.B. meist genutzte Inhalte, häufigsten Ein-/ Ausstiegsseiten, Verweildauer, Absprungrate) ebenfalls wichtig. Die *Standardmetriken* (die Anzahl Seitenzugriffe, Besuche und Besucher) und die Metriken zum *Besucherverhalten* (z.B. Besuchsdauer, Besuchstiefe, Navigationspfade, Suchnutzung) sind für 90% wichtig.

Für 76% sind die Metriken zu den *Besuchereigenschaften* zentral (Anzahl wiederkehrender/ neuer Besucher, Besuchsfrequenz, Herkunft, technische Eigenschaften). In einem Webshop sind die Metriken des Kaufverhaltens (z.B. Konversions- bzw. Bestellraten, Kauffrequenz, Online-Umsatz) sehr wichtig. Metriken des Web 2.0 hingegen sind eher unwichtig.

### 3.12 Überprüfung und Erreichung von Website-Zielen

Mit einer Website können verschiedene Ziele verbunden sein, deren Erreichung mittels WA überprüft werden kann (vgl. Bild 11): Das wichtigste Ziel ist für 80% die *Generierung von Leads* (Kontaktdaten interessierter Besucher) und die *Gewinnung von Kunden*. Die *Bindung und Entwicklung von Online-Kunden* ist für 7 von 10 ebenfalls wichtig. Das Bereitstellen von *Informationen* zum Unternehmen und seinen Produkten wird oft als wichtiges Websites-Ziel genannt [10]. Die Untersuchung bestätigt dies: 68% überprüfen die Informationsnachfrage. Im eCommerce ist die *Transaktion* für die Hälfte ein sehr wichtiges Ziel. Die *Kommunikation*, sprich die elektronische Interaktion mit den Website-Usern, ist für die Mehrheit ebenfalls wichtig. *E-Branding*, das heißt der Aufbau von Markenimage und die Verbesserung der Markenwahrnehmung über das Internet, ist für 62% der Websites ein wichtiges Ziel.

Last but not least wurde befragt, ob Web Analytics den Verantwortlichen hilft, die definierten Website-Ziele zu erreichen. Die Antworten waren überraschend: *Bei 93% der Befragten hilft das Web Analytics, die Website-Ziele zu erreichen*. Nur in 8% bzw. 1% der Fälle hilft die Webanalyse wenig bzw. gar nicht, die eigenen Ziele zu erreichen.

#### Website-Ziele, welche mit Web Analytics überprüft werden

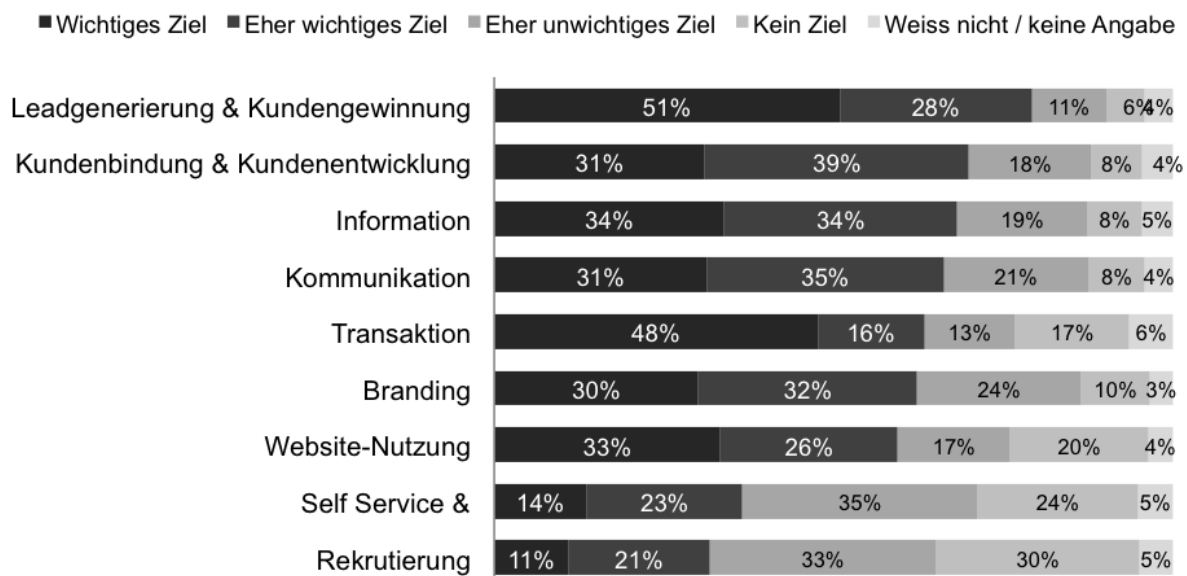


Bild 11: Messung von Website-Zielen (n=740)

## 4 Schlussfolgerungen, kritische Würdigung und Ausblick

Diese explorative Studie lieferte Erkenntnisse zum betrieblichen Einsatz von Web Analytics und konnte verschiedene Nutzenpotentiale empirisch untermauern. Die Vermutung wurde bestätigt, dass die Webanalyse Organisationen hilft, Ziele zu messen und die Website sowie das Online-Marketing zu optimieren. Aus den Resultaten seien folgende Thesen abgeleitet:

- Die Nutzenpotentiale des Web Analytics können besser ausgeschöpft und die Probleme reduziert werden, wenn es *professionell eingesetzt* wird, sprich genügend Ressourcen in Form von Budget, erfahrenem Personal und Know-How eingesetzt werden.



- Welche Software dass eingesetzt wird ist zweitrangig; wichtig ist, dass die Ziele und das webbasierte Geschäftsmodell anhand der *richtigen Kennzahlen und KPIs* abgebildet ist.
- Web Analytics als strategisches Controlling-Instrument der webbasierten Wertschöpfung richtig eingesetzt dient liefert einen *hohen Wertbeitrag zum Informationsmanagement*.
- Gerade bei KMUs und eBusiness-Firmen steckt im Web Analytics Zukunftspotential.

Das Sample kam zustande, indem Fachkräfte auf XING gezielt angeschrieben wurden (keine Quoten-/Zufallsstichprobe): Die *Repräsentativität* dieser Studie ist somit eingeschränkt.

In diesem Forschungspapier wurden deskriptive Statistiken der Untersuchung vorgestellt. Im Rahmen der induktiven Statistik werden zurzeit Hypothesen und Modelle getestet. Anhand eines *Strukturgleichungsmodells* werden mittels smartPLS weitere Erkenntnisse abgeleitet. *Qualitative Forschung* wie die Fallstudienforschung brächte detaillierte Erkenntnisse zu den Vorteilen und Problemen des Web Analytics. Die Forschung zu Web Analytics befindet sich nach wie vor in den Kinderschuhen, weitere Forschungsbeiträge sind daher wünschenswert.

## 5 Literatur

- [1] Aden, T (2010): *Google Analytics*, 2. Auflage, Hanser, München.
- [2] Forrester (2009): *Appraising Your Investments In Enterprise Web Analytics*, analytics.blogspot.com/2009/10/appraising-your-investment-in.html, am 15.12.2011.
- [3] Hassler, M (2010): *Web Analytics*. 2. Auflage. Redline, Heidelberg.
- [4] Inan, H (2009): *What is Web Analytics?* <http://hurolinan.com>. Abgerufen am 15.12.2011.
- [5] Kaushik, A (2007): *Web Analytics – An Hour a Day*. Wiley, New York.
- [6] Meier, A; Zumstein, D (2010): *Web Analytics – Ein Überblick*. dpunkt, Heidelberg.
- [7] Sterne, J (2002): *Web Metrics*, Wiley, New York, 2002.
- [8] WAA (2009): <http://www.WebAnalyticsAssociation.org>. Abgerufen am 15.12.2011.
- [9] Weischedel, B; Matear, S; Deans, K (2005): The Use of Emetrics in Strategic Marketing Decisions. In: *International Journal of Internet Marketing and Advertising*, 2(1):109-125.
- [10] Welling, R; White, L (2006): Measuring the Value of Corporate Web Sites. In: *Journal of Internet Commerce*, 5:127-145.
- [11] Wikipedia (2011): [http://de.wikipedia.org/wiki/Web\\_Analytics](http://de.wikipedia.org/wiki/Web_Analytics), Abgerufen am 15.06.2011.
- [12] Zumstein, D; Meier A (2010): Web-Controlling, In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI)*, Göttingen, 299-311.



# IT-Architektur als Maß für die IT-Agilität

## **Volker Nissen**

TU Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98693 Ilmenau,  
E-Mail: volker.nissen@tu-ilmenau.de

## **Alexander von Rennenkampff**

TU Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98693 Ilmenau,  
E-Mail: alex.von.rennenkampff@googlemail.com

## **Frank Termer**

TU Ilmenau, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik für Dienstleistungen, 98693 Ilmenau,  
E-Mail: frank.termer@tu-ilmenau.de

## **Abstract**

Die Veränderung von Märkten, der Wandel von Geschäftsmodellen und die Weiterentwicklung von Technologien führen dazu, dass sich Informationssysteme in zunehmendem Maße ebenfalls verändern müssen. IT-Agilität beschreibt die Fähigkeit von Informationssystemen sich schnell an zunehmendveränderte fachliche Anforderungen anzupassen, die zu kritischen Faktoren für den Unternehmenserfolg werden (vgl. [4]). Dieser Beitrag fokussiert auf die IT-Architektur als einen zentralen Enabler für IT-Agilität. Um die IT-Agilität managen und verbessern zu können, muss diese messbar gemacht werden. Hierzu wird ein Kennzahlensystem zur Bestimmung der IT-Agilität, auf Basis von Eigenschaften der IT-Architektur eines Unternehmens, vorgeschlagen. Eine Fallstudie aus der Praxis belegt die Anwendbarkeit dieses Kennzahlensystems.

## **1 Einführung**

Einige Unternehmen gehen mit der Notwendigkeit, ihre IT-Systeme anzupassen und zu ändern, besser um als andere. Aus der Kundenperspektive wird dies erkennbar, wenn Unternehmen der gleichen Branche Innovationen schneller und einfacher als ihre Konkurrenz implementieren (z.B. die unterschiedlich schnelle Einführung von Online-Banking [37]). Unternehmen mit einer hohen IT-Agilität können schnell neue IT-bezogene Änderungen umsetzen. Unternehmen mit einer geringen IT-Agilität versuchen diesen Nachteil durch reaktives Investitionsverhalten auszugleichen um mit ihren Mitbewerbern auf Augenhöhe zu bleiben. Von diesem Standpunkt aus kann IT-Agilität als ein Maß für die zukünftige Effizienz der Unternehmens-IT, aber auch als ein entscheidender Wettbewerbsvorteil gesehen werden (vgl. [3], [30] und [33]).

Wir definieren IT-Agilität als die Fähigkeit der Informationsverarbeitung einer Organisation, auf wechselnde Kapazitätsansprüche sowie veränderte funktionale Anforderungen sehr schnell (möglichst in Echtzeit) zu reagieren und zukünftige IT-gestützte Innovationen im fachlichen Geschäft aktiv aufspüren und unterstützen zu können (vgl. [31]). Wir widersprechen damit der These von Carr (vgl. [10]), dass der IT in Unternehmen keine wesentliche Rolle zukommt, da der Beitrag der IT zum Unternehmenserfolg aus unserer Sicht differenziert betrachtet werden muss. Wie andere Forscher auch (vgl. [8],[28] und [39]), betrachten wir die zukünftige Rolle der IT zunehmend als Innovationsmotor und Werttreiber für das Kerngeschäft von Unternehmen, was es notwendig macht, IT-Systeme regelmäßigen Änderungen zu unterwerfen (vgl. [4], [5] und [29]). Der Großteil der heutigen Geschäftsprozesse wird bereits durch IT unterstützt, so dass eine enge Verbindung zwischen Unternehmenserfolg und IT-Performance existiert (vgl. [2] und [27]). Zahlreiche Geschäftsmodelle, vor allem im Dienstleistungsbereich, wären ohne eine umfangreiche IT-Unterstützung unmöglich umzusetzen. Damit stellt die IT eines Unternehmens einen der zentralen Enabler für die Anpassungsfähigkeit des Unternehmens dar (vgl. [33]).

In der Literatur vertreten zahlreiche Autoren die Ansicht, dass die IT-Architektur eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale zwischen hoch-agilen und weniger agilen Unternehmen darstellt (vgl. [9], [21], [22], [32] und [38]). In diesem Beitrag fokussieren wir daher auf die IT-Architektur als einen zentralen Hebel, um hohe IT-Agilität zu erreichen. Um den Grad der Agilität der IT-Architektur in einem Unternehmen ermitteln zu können, wird ein Set von Indikatoren, basierend auf IT-Architektureigenschaften, vorgeschlagen.

Gemäß dem Design-Science-Paradigma (vgl. [20]) identifizieren wir durch eine qualitative Literatur-Recherche Eigenschaften der IT-Architektur, die einen Beitrag zum Erreichen von IT-Agilität leisten, und schlagen ein Kennzahlensystem vor, um die Ausprägung dieser Merkmale in den Anwendungslandschaften von Unternehmen zu quantifizieren. Eine Fallstudie aus dem Finanzsektor dient dann dazu, die praktische Anwendbarkeit des Kennzahlensystems zu demonstrieren. Abschließend werden Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen gezogen und ein Ausblick auf mögliche, weiterführende Analysen gegeben.

## 2 Einordnung in den Stand der Forschung

### Agilität

Das Konzept des agilen Managements hat seine Ursprünge in produzierenden Unternehmen und ist dort bereits seit einiger Zeit präsent. Agiles Management ist dort ein Bündel aus Konzepten und Technologien zur Steigerung der unternehmerischen Flexibilität. Es stellt eine notwendige Vorgehensweise dar, um zum einen den schnellen Änderungen im wirtschaftlichen Umfeld eines Unternehmens zu begegnen und zum anderen der Notwendigkeit, neue Produkte schneller auf den Markt zu bringen, Rechnung zu tragen (vgl. [11], [12] und [35]). Einige Möglichkeiten zur Messung von Business-Agilität wurden z.B. von Shen und Ju (vgl. [36]) als eine Kombination aus Goal Question Metric (GQM) und Balanced Scorecard (BSC) bereits vorgeschlagen.

In der IT-nahen Forschung sind zwei Konzepte mit Bezug zur IT-Agilität zu nennen. Das erste betrifft das IT Service Management. Methoden und Frameworks (wie z.B. ITIL) wurden entwickelt, um Softwaremanagementprozesse zu beschleunigen und die IT am Geschäft

auszurichten (Business-IT-Alignment) (vgl. [7], [25] und [34]). Das zweite Konzept sind serviceorientierte Architekturen (SOA). Flexibilität und schneller Wandel werden oftmals als Motivation für die Einführung und Umsetzung einer SOA genannt (vgl. [14] und [23]). Ein Unternehmen muss jedoch nicht unbedingt eine vollständig serviceorientierte Architektur besitzen, um eine hohe IT-Agilität zu erreichen.

### **IT-Architektur**

Jedes Unternehmen besitzt eine einzigartige Menge von IT-Anwendungen, welche zusammen die Anwendungslandschaft des Unternehmens bilden. Auch wenn sich die Anwendungslandschaften von Unternehmen unterscheiden, sind die meisten nach ähnlichen, grundlegenden Regeln und Strukturen aufgebaut, z.B. Clustering, Modularisierung oder Technologie-Harmonisierung. Die Summe dieser grundlegenden Regeln, Prinzipien und Strukturen wird als Architektur bezeichnet (vgl. [14]).

Anwendungslandschaften von Unternehmen können durch Gruppierung ihrer Elemente (Anwendungen) in sogenannte Domänen strukturiert werden. Diese Domänen können hierarchisch wiederum zu neuen Domänen zusammengefasst werden. Die Anwendungslandschaft selbst stellt die größte Domäne dar, welche alle anderen Domänen und deren Subdomänen enthält. Dieses hierarchische System wird als Domänenmodell der Anwendungslandschaft bezeichnet. Die Struktur des Geschäfts und seiner Prozesse stellt einen Ausgangspunkt zur Strukturierung der Anwendungslandschaft in Domänen dar. Anwendungen, die gleiche oder eng gekoppelte Geschäftsprozesse unterstützen, werden in die gleiche Domäne oder in angrenzende Domänen gruppiert.

## **3 Agilitätseigenschaften der IT-Architektur**

Der Beziehung zwischen IT-Architektur und IT-Agilität wird neben der Wissenschaft vor Allem in der Beratungs- und Softwarebranche eine hohe Aufmerksamkeit zuteil. Um diejenigen Eigenschaften einer IT-Architektur zu identifizieren, die in Verbindung mit der IT-Agilität stehen, haben wir sowohl wissenschaftliche Arbeiten als auch Publikationen von Beratungs- und Softwareunternehmen analysiert (vgl. [6], [9], [13], [14], [18], [19], [30] und [32]). Als methodische Grundlage für die Literaturanalyse haben wir uns auf das Phasenmodell der Reviewforschung nach Fettke gestützt (vgl. [17]). Die Ergebnisse der Literaturanalyse lassen sich in vier Gruppen zusammenfassen, welche die Elemente der IT-Agilität für den Betrachtungsgegenstand der IT-Architektur darstellen. Diese vier Elemente werden im Folgenden beschrieben.

### **Kopplung**

Die Verbindung von Elementen der Anwendungslandschaft über Schnittstellen wird als Kopplung bezeichnet. Lose Kopplung ist eines der zentralen Prinzipien von SOA und einer der am häufigsten genannten Enabler für IT-Agilität (vgl. [23]). Lose Kopplung fördert die Unabhängigkeit zwischen den Elementen einer Anwendungslandschaft durch klare Abgrenzung der Elemente untereinander. Dies wird durch Kapselung der Elemente und standardisierte Schnittstellen zwischen den Elementen erreicht (vgl. [14]).

Das zentrale Prinzip der losen Kopplung erfordert, dass die Kopplung innerhalb einer Domäne der Anwendungslandschaft (innere Kopplung) stets enger sein sollte als die Kopplung zu

anderen Domänen (vgl. [14]). Die Kopplung von Domänen und Anwendungen hängt stark von der Kopplung der unterstützten Geschäftsprozesse ab. Je stärker zwei Geschäftsprozesse miteinander gekoppelt sind, desto enger sollten auch die unterstützenden Domänen und Anwendungen gekoppelt sein (vgl. [14]). Aufgrund ihrer begrenzten Abhängigkeiten voneinander können einzelne Elemente der Anwendungslandschaft leicht verändert oder ersetzt werden, was zu einer hohen IT-Agilität führt.

### **Redundanz**

Redundanz bedeutet, dass gleiche Daten und/oder Funktionen in mehreren Elementen der Anwendungslandschaft eines Unternehmens gleichzeitig vorkommen. Das Prinzip der Redundanzfreiheit verlangt, dass keine Daten oder Funktionen mehr als einmal innerhalb einer Anwendungslandschaft existent sein sollten. Werden Daten oder Funktionen an mehreren Stellen im Unternehmen benötigt, sollten sie an einer einzigen Stelle vorhanden sein und von dort wiederverwendet werden (vgl. [14]). Redundanzfreiheit von Daten und Funktionen führt dazu, dass Änderungen schnell und einheitlich durchgeführt werden können, diese Änderungen überall, wo sie benötigt werden, gleichzeitig verfügbar sind und Inkonsistenzen, Fehlerpotenziale und Komplexitätssteigerungen aus dem Vorhalten verschiedener Funktionsversionen und Datenstände vermieden werden. Redundanzfreiheit trägt somit entscheidend zur IT-Agilität bei.

### **Komplexität**

Große monolithische, gewachsene und komplexe IT-Systeme sind mühsam wartbar und änderbar und erschweren es, Veränderungen der unterstützten Geschäftsprozesse abzubilden. Je weniger komplex ein Element, eine Subdomäne oder Domäne einer Anwendungslandschaft ist, desto leichter ist es, Änderungen daran vorzunehmen. Komplexität wird in vielen Publikationen als ein direktes Maß der IT-Agilität analysiert (vgl. [6] und [13]).

### **Parametrierbarkeit**

Parametrierbarkeit ist die Fähigkeit eines Elements der Anwendungslandschaft, eine fachliche Änderung ohne Programmierung systemseitig umzusetzen. Durch die Vorwegnahme möglicher zukünftiger fachlicher Veränderungen ist deren Umsetzung durch Parametrierung in dem System wesentlich schneller, als dies der Fall bei Umprogrammierung wäre. Dies führt zu einer hohen Anpassungsfähigkeit des Systems (vgl. [19]) und damit zu einer gesteigerten IT-Agilität.

## **4 Messung von IT-Agilitätseigenschaften**

Basierend auf den vier beschriebenen Eigenschaften, gehen wir von einer engen Bindung zwischen IT-Architektur und IT-Agilität aus. Nahezu jede Änderung einer Anwendung hat einen Einfluss auf weitere, damit verbundene Anwendungen. Die Auswirkungen der Änderung einer Anwendung auf Teile der Anwendungslandschaft können sehr groß sein, so dass hohe Risiken sowie Test- und Koordinationsaufwände die Folge sind. Eine klar strukturierte Anwendungslandschaft trägt maßgeblich zur Reduktion von Risiken und ungewollten Seiteneffekten von Veränderungen bei.

Um geeignete Metriken zur Messung der vier oben beschriebenen Elemente der IT-Agilität zu finden, haben wir uns auf Literatur aus den Forschungsbereichen Informatik/ Wirtschaftsinformatik und den Fertigungswissenschaften fokussiert. Einige Arbeiten beinhalten Hinweise zur Messung der Qualität von Anwendungen und Anwendungslandschaften (vgl. [1]und[24]). Die meisten Arbeiten gehen jedoch auf klassische Softwaremetriken ein, die zur Messung von einzelnen Anwendungen oder Teilen von Anwendungen während der Entwicklungs- und Testphase geeignet sind (vgl. [15]und[16]). Für eine Messung von ganzen Anwendungslandschaften sind diese Metriken nicht geeignet, dennoch können deren Elemente bei der Entwicklung von Agilitäts-Kennzahlen für Anwendungslandschaften hinzugezogen werden.

Anwendungslandschaften sind einzigartige und sehr komplexe Konstrukte, so dass deren Messung nicht trivial durchführbar ist. Metriken müssen breit und detailliert entworfen sein, um ein möglichst vollständiges und valides Bild zu erhalten. Gleichzeitig sollten Metriken und ihre zugrunde liegenden Daten aber auch mit angemessenem Aufwand ermittelbar und auswertbar sein.

Im Folgenden werden elf Indikatoren zur Messung der Agilität von IT-Anwendungslandschaften definiert (vgl. Tabelle 1). Alle beschriebenen Indikatoren sind hierarchisch aus darunter liegenden, weiteren Indikatoren zusammengesetzt. Der Indikator „Adäquate Kopplung (KPL3)“ wird nachfolgend beispielhaft und stellvertretend für alle anderen Indikatoren tiefer betrachtet, um die Logik und Struktur des Kennzahlensystems zu erläutern.

Element der IT-Agilität	Indikator
<b>Kopplung (KPL)</b>	KPL1: Kopplungsgrad
	KPL2: Kopplungsdistanz
	KPL3: Adäquate Kopplung
<b>Redundanz (RED)</b>	RED1: Datenredundanz
	RED2: Funktionale Redundanz
	RED3: Wiederverwendungsgrad
<b>Komplexität (KPX)</b>	KPX1: Fachliche Struktur
	KPX2: Kategorienreinheit
	KPX3: Technologievielfalt
	KPX4: Standardkonformität
<b>Parametrierbarkeit (PMT)</b>	PMT1: Parametrierbarkeit

**Tabelle 1: Überblick über die Indikatoren der IT-Agilität (Top-Ebene der Kennzahlhierarchie)**

Die Kopplung einer Anwendungslandschaft kann durch die Analyse der Anwendungselemente, deren Domänenstruktur und Schnittstellen untereinander bestimmt werden. In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Arbeiten, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit der Kopplung von Anwendungen und Anwendungslandschaften befassen (vgl. [9], [14]und[18]). Die zentralen Indikatoren, mit denen die Kopplung einer Anwendungslandschaft bestimmt werden kann, werden in Tabelle 2 definiert.

Indikatoren für Kopplung	
<b>KPL1: Kopplungsgrad</b>	Der Kopplungsgrad misst das Verhältnis der Kopplung zwischen den Domänen der Anwendungslandschaft und deren internen Kopplung (Kopplungsgrad der Subdomänen oder Anwendungen der Domäne).
<b>KPL2: Kopplungsdistanz</b>	Die Kopplungsdistanz misst das Verhältnis zwischen der Verteilung von Schnittstellen zwischen den Domänen und der Verteilung von Schnittstellen innerhalb von Domänen.
<b>KPL3: Adäquate Kopplung</b>	Die Adäquate Kopplung bestimmt, ob die Änderungsintensität einer Domäne oder Anwendung und ihre Abhängigkeit zu anderen Domänen oder Anwendungen ausgeglichen sind.

**Tabelle 2: Indikatoren für Kopplung**

Tabelle 3 beschreibt die Komponenten des Indikators „Adäquate Kopplung (KPL3)“. Die Adäquate Kopplung ist die normalisierte Differenz zwischen zwei untergeordneten Indikatoren: Instabilität und Änderungsintensität. Der Indikator Instabilität ist abgeleitet aus den Software-Qualitätsmetriken nach Martin (vgl. [26]).

Instabilität ist der Quotient zwischen eingehenden (die betrachtete Komponente wird von anderen Komponenten aufgerufen) und ausgehenden (die Komponente ruft andere Komponenten auf) Schnittstellen der betrachteten Komponente (Anwendung oder Domäne) und ist somit ein Maß für die Abhängigkeit der Komponenten von ihrer Umwelt (andere Domänen, Anwendungen oder der gesamten Anwendungslandschaft). Instabilität drückt die Anfälligkeit einer Komponente durch Veränderungen in ihrer Umwelt aus. Je mehr ausgehende Schnittstellen eine Komponente besitzt, desto abhängiger ist sie von ihrer Umwelt (vgl. [26]).

Änderungsintensität ist ein Maß für die relative Änderungshäufigkeit der betrachteten Komponente. Die Änderungshäufigkeit wird in Relation zur Änderungshäufigkeit der Umwelt der betrachteten Komponente ermittelt.

Name	KPL3: Adäquate Kopplung
<b>Metrik</b>	$AK(x) = 1 -  I(x) - C(x) $
<b>Datenquellen</b>	$I(x)$ bezeichnet die Kennzahl „Instabilität“ und $C(x)$ bezeichnet die relative „Änderungsintensität“ der betrachteten Komponente x.
<b>Normalisierung</b>	5 – Sehr gute adäquate Kopplung für Werte zwischen 1 und > 0,8 4 – Gute adäquate Kopplung für Werte zwischen $\leq 0,8$ und > 0,6 3 – Mittlere adäquate Kopplung für Werte zwischen $\leq 0,6$ und > 0,4 2 – Geringe adäquate Kopplung für Werte zwischen $\leq 0,4$ und > 0,2 1 – Nicht adäquate Kopplung für Werte $\leq 0,2$
<b>Ebene der Messung</b>	Anwendungslandschaft, Domänen, Anwendungen

**Tabelle 3: Detaillierte Darstellung des Indikators "KPL3: Adäquate Kopplung"**

Eine adäquat gekoppelte Komponente hat eine ausgeglichene Instabilität und Änderungsintensität, so dass die absolute Differenz zwischen diesen beiden Indikatoren minimal ist. Sich häufig ändernde Komponenten sollten eine hohe Instabilität besitzen, während selten veränderte Komponenten eine geringe Instabilität benötigen.



Für eine bessere Darstellbarkeit und Vergleichbarkeit normalisieren wir alle Indikatoren auf einer fünfstufigen Skala, auf der 1 den niedrigsten Wert darstellt und 5 den höchsten. Somit können wir eine normierte Bewertung für alle Indikatoren ermitteln. Für den Indikator „Adäquate Kopplung (KPL3)“ führt ein Wert höher als 0,8 zur Höchstbewertung (5 Punkte) während ein Wert unter 0,2 zur Minimalbewertung (1 Punkt) führt.

In den nachfolgenden Tabellen sind auch für die Bereiche Redundanz (vgl. Tabelle 4), Komplexität (vgl. Tabelle 5) und Parametrierbarkeit (vgl. Tabelle 6) die entsprechenden Indikatoren beschrieben.

Indikatoren für Redundanz	
<b>RED1: Datenredundanz</b>	Datenredundanz misst den Anteil der Datenentitäten, die in einer Anwendungslandschaft mehrfach vorkommen und somit redundant vorliegen.
<b>RED2: Funktionale Redundanz</b>	Die funktionale Redundanz misst den Anteil an Funktionen, die in einer Anwendungslandschaft mehrfach vorkommen und somit redundant vorliegen.
<b>RED3: Wiederverwendungsgrad</b>	Der Wiederverwendungsgrad misst den Anteil an Services, die von mehr als einer Anwendung in der Anwendungslandschaft genutzt werden, gewichtet um die Intensität der Wiederverwendung. Er besteht aus der Wiederverwendungstiefe, welche wiedergibt, wie oft der gleiche Service wiederverwendet wird, und der Wiederverwendungsbreite, welche den Anteil der wiederverwendeten Schnittstellen bestimmt.

**Tabelle 4: Indikatoren für Redundanz**

Indikatoren für Komplexität	
<b>KPX1: Fachliche Struktur</b>	Die Fachliche Struktur misst den Anteil der Anwendungen, die eindeutig und vollständig einer fachlichen Domäne der Anwendungslandschaft zuordenbar sind.
<b>KPX2: Kategorienreinheit</b>	Jede Anwendung oder Komponente soll einen klaren, eindeutigen Zweck haben und eindeutig einer Softwarekategorie zuordenbar sein. Softwarekategorien sind Interaktion, Prozesssteuerung, Funktional und Bestand. Häufig sind Anwendungen zu mehr als einer der Kategorien zuordenbar, was zu komplexen Anwendungen führt, die teuer und umständlich zu warten sind (vgl. [14]).
<b>KPX3: Technologievielfalt</b>	Die Technologievielfalt misst die Komplexität, die dadurch entsteht, dass unterschiedliche Technologien parallel eingesetzt werden. Dabei wird neben der Anzahl der Technologien auch deren Verteilung bewertet. Viele, ähnlich stark verteilte Technologien führen zu einer hohen Technologievielfalt. Eine hohe Technologievielfalt führt zu hohen Wartungsaufwänden, bspw. bei inkompatiblen Schnittstellen, und benötigt das Vorhalten vieler unterschiedlicher Fähigkeiten.
<b>KPX4: Standardkonformität</b>	Dieser Indikator misst den Anteil an Anwendungen, die den aktuellen Architekturrichtlinien des Unternehmens entsprechen. Die Einhaltung von Standards sichert die Konnektivität und Interoperabilität von Anwendungen und vereinfacht somit Änderungen in der Anwendungslandschaft (vgl. [19]).

**Tabelle 5: Indikatoren für Komplexität**

**Indikator PMT1 für Parametrierbarkeit**

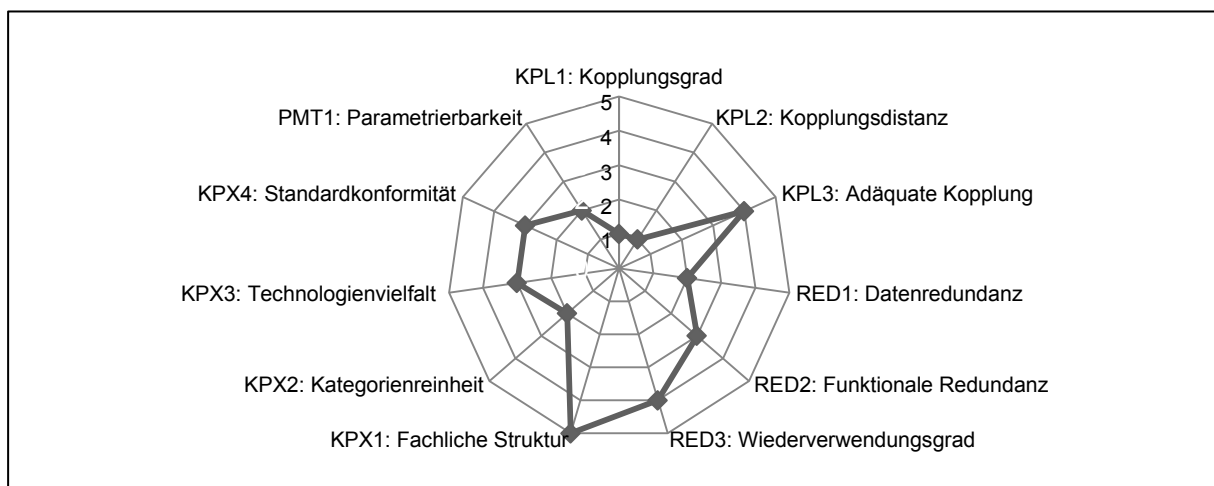
Parametrierbarkeit misst den Anteil der durch Parameteranpassungen erfolgten Änderungen an den gesamten Änderungen in der Anwendungslandschaft. Änderungen durch Parameteranpassungen lassen sich schneller als Anpassungen durch Programmierung umsetzen und führen zu einer erhöhten Änderbarkeit der Anwendungslandschaft.

**Tabelle 6: Indikator für Parametrierbarkeit**

## 5 Fallbeispiel für den Einsatz des Kennzahlensystems

Die folgende, in der Praxis durchgeführte, Fallstudie nutzt die oben beschriebenen Indikatoren, um die IT-Agilität der Anwendungslandschaft eines großen Unternehmens aus dem Finanzsektor zu bestimmen. Das untersuchte Unternehmen bietet das volle Portfolio an Bankdienstleistungen für Millionen von Privat- und Geschäftskunden an und hat einen Jahresumsatz von mehreren Hundert Millionen Euro. Die Anwendungslandschaft des Unternehmens, bestehend aus operativen und analytischen Systemen, umfasst insgesamt 189 Anwendungen, die auf 14 Top-Level Domänen verteilt sind. Die Mehrheit der Domänen unterstützt das Kerngeschäft, welches aus Kredit- und Einlagengeschäft besteht und durch Services ergänzt wird.

Um die IT-Agilität der Anwendungslandschaft zu bestimmen, wurden Daten in Form von Anwendungssteckbriefen gesammelt. Die Steckbriefe enthielten Angaben zum fachlichen Einsatzbereich der Anwendung, deren Schnittstellen, Zugehörigkeit zu Domänen, eingesetzten Technologien, sowie Informationen zur Verteilung und Nutzung von Daten und fachlichen Funktionen. Auf Basis dieser erhobenen Daten konnten die oben beschriebenen Indikatoren ermittelt werden. Die Ausprägungen der Indikatoren geben den in Bild 1 dargestellten IT-Agilitäts-Footprint der Organisation wider.

**Bild 1: IT-Agilitäts-Footprint**

Aus dem Gesamtbild geht hervor, dass die Anwendungslandschaft eine mittlere IT-Agilität erreicht. Um besser zu verstehen, wie sich die IT-Agilität der Anwendungslandschaft zusammensetzt, müssen die einzelnen Indikatoren betrachtet werden. Hier kann man feststellen, dass die Varianz unter den Indikatoren sehr groß ist. Während die „Fachliche Struktur“ einen Spitzenwert erhält, erreichen die Werte für den „Kopplungsgrad“ und die „Kopplungsdistanz“ nur den Minimalwert. Der geringe Kopplungsgrad bedeutet, dass einige der Domänen stärker

mit anderen Domänen gekoppelt sind als dies innerhalb der Domänen der Fall ist. Dies widerspricht dem Grundsatz, dass Domänen intern eng und extern lose gekoppelt sein sollten. Die geringe Kopplungsdistanz deutet darauf hin, dass die Domänen mit vielen Anwendungen wenige Schnittstellen zwischen diesen Anwendungen innerhalb derselben Domäne enthalten, dagegen die Anzahl der externen Schnittstellen zwischen den Domänen hoch ist.

Der Indikator „Adäquate Kopplung“ weist hingegen einen hohen Wert auf, da die Domänen, die häufiger geändert werden, weniger abhängig von anderen Domänen mit geringerer Änderungsintensität sind. Das gesamte Element „Kopplung“ betrachtend, können zwei mögliche Schlussfolgerungen gezogen werden: Erstens, entweder der Schnitt der Domänen sollte neu überdacht werden, so dass die Anwendungen, die eng zusammenhängende Geschäftsprozesse unterstützen, auch entsprechend eng gruppiert werden oder zweitens, die Verteilung von Funktionen und Daten auf die einzelnen Anwendungen sollte genauer betrachtet werden. In beiden Fällen sollte aber die Richtung der Abhängigkeiten zwischen den Anwendungen möglichst beibehalten werden.

Im Element „Redundanz“ fallen die Werte besser aus als im Bereich der „Kopplung“. Den geringsten Wert erreicht hier die „Datenredundanz“. Dies erklärt auch, warum Applikationen innerhalb der Domänen nicht eng gekoppelt sind: Daten werden mehrfach vorgehalten. Mittel- und langfristig kann dieser Umstand zu hohen Änderungsaufwänden führen und so die Budgets für fachliche Erneuerung belasten. Die „Funktionale Redundanz“ erreicht einen Mittelwert, der „Wiederverwendungsgrad“ ist hoch: nahezu die Hälfte der publizierten Schnittstellen wird mindestens einmal wiederverwendet. Die Redundanz in der Anwendungslandschaft unterstützt die vorhandene IT-Agilität grundsätzlich gut. Dennoch würde eine vertiefte Analyse und Verringerung der mehrfach vorgehaltenen Daten sowohl die Datenredundanz verbessern als auch den Wiederverwendungsgrad erhöhen.

Im Element „Komplexität“ erreicht die Anwendungslandschaft den höchsten Wert bei der fachlichen Struktur. Jede Anwendung ist genau einer Domäne zugeordnet. Unter der Annahme, dass das Domänenmodell auf Basis fachlicher Kriterien erstellt worden ist, und somit eine gute Repräsentation des Geschäfts darstellt, kann abgeleitet werden, dass der Anwendungsschnitt der Geschäftsstruktur gut entspricht. Die „Kategorienreinheit“ zeigt hingegen einen geringen Wert, da mehr als ein Drittel der Anwendungen nicht eindeutig einer Softwarekategorie angehören. Viele dieser Anwendungen sind mehr als 20 Jahre alt und entsprechend monolithisch und komplex aufgebaut. Sie beinhalten sowohl Interaktionselemente als auch funktionale und bestandsführende Elemente. Wenn diese Anwendungen ersetzt werden, sollte das Paradigma der „Separation of Concerns“, d.h. die Trennung überlappender und nicht eindeutig zugeordneter Aufgaben in den Anwendungen, in Betracht gezogen werden, um zu kategorienreinen, modularen und leicht zu pflegenden Anwendungen zu gelangen (vgl. [14]). Die „Technologievielfalt“ erreicht ebenfalls nur einen durchschnittlichen Wert. Über die gesamte Anwendungslandschaft werden durchschnittlich sechs Technologien pro Softwarekategorie parallel eingesetzt. Die „Standardkonformität“ erreicht einen ähnlichen Wert wie die „Technologievielfalt“, da ein Großteil der Anwendungslandschaft nicht die geltenden Architekturrichtlinien einhält.

Die Werte der „Komplexität“ betrachtend, kann festgestellt werden, dass die Anwendungslandschaft aus Geschäftssicht gut strukturiert ist, hingegen aus der technologischen Perspektive Verbesserungspotenziale vorhanden sind. Insbesondere die Kategorienreinheit kann verbessert werden und sollte bei der Planung neuer Projekte beachtet werden.

Zusammenfassend erreicht die Anwendungslandschaft des betrachteten Unternehmens nur eine mittlere IT-Agilität. Insbesondere in den Bereichen „Kopplung“, „Datenredundanz“ und „Parametrierbarkeit“ können Verbesserungen bei der Weiterentwicklung der Anwendungslandschaft erreicht werden. Die fachliche Struktur der Anwendungslandschaft scheint gut am Geschäft ausgerichtet zu sein. Um den Wert der „Kopplung“ insgesamt noch weiter zu erhöhen, sollte die Verteilung von Daten und Funktionen auf die Anwendungen genauer betrachtet werden. Um die Datenredundanz zu verbessern, sollten führende Anwendungen für die Datenhaltung identifiziert und auch als solche genutzt werden. Schließlich sollte bei der Ablösung alter Anwendungen darauf geachtet werden, modulare, kategorienreine und parametrierbare Anwendungen einzuführen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit stellt einen konzeptionellen Rahmen vor, mit dem Unternehmen ihre Anwendungslandschaft bewerten und aktiv managen können, um eine höhere IT-Agilität zu erreichen. Das Kennzahlensystem ist aus den zentralen IT-architektonischen Einflussfaktoren auf IT-Agilität abgeleitet (Kopplung, Redundanz, Komplexität und Parametrierbarkeit) und schlägt Indikatoren vor, mit denen diese Eigenschaften gemessen werden können. Beim Aufbau des Kennzahlensystems wurden die Indikatoren bewusst derart konstruiert, dass die zur Berechnung benötigten Daten in Unternehmen üblicherweise bereits vorliegen oder relativ leicht zu ermitteln sind. Unternehmen können dieses Kennzahlensystem nutzen, um einen Überblick über den Zustand ihrer Anwendungslandschaft sowie deren Beitrag zur IT-Agilität und damit letztlich auch zur Business-Agilität des Unternehmens, zu erhalten. Ebenfalls können Verbesserungspotenziale, wie im obigen Beispiel skizziert, identifiziert werden. Wiederholte Messungen nach festgelegten Zeitabständen helfen, die Wirksamkeit eingeleiteter Verbesserungsmaßnahmen zu überprüfen. Die Darstellung als Footprint ist hilfreich, um Veränderungen der IT-Agilität über die Zeit (Vorher-Nachher-Vergleich) deutlich zu machen.

Aus wissenschaftlicher Sicht kann das Kennzahlensystem auf vielfältige Weise weiterentwickelt werden. Als Erstes wäre eine weitere praktische Validierung mit zusätzlichen Fallstudien und Erhebungen wünschenswert. Durch die wiederholte Anwendung im Kontext unterschiedlicher Unternehmen können diejenigen Indikatoren identifiziert werden, deren Datenbasis nur schwer ermittelbar ist. Darauf aufbauend ließen sich im Bedarfsfall alternative Kennzahlen bilden. Weiterhin ist es notwendig, die Aggregierbarkeit der einzelnen Indikatoren und deren individuellen Einfluss auf die IT-Agilität zu untersuchen. Insbesondere ist es wichtig aus der Makroperspektive zu verstehen, welche spezifischen Eigenschaften eines Unternehmens (bspw. Branche, Größe, Marktanteil, etc.) ausschlaggebend für den unternehmensindividuellen Wert optimaler IT-Agilität sind. Auf diese Weise könnte das Kennzahlensystem besser an das jeweilige Unternehmen angepasst werden, denn die Implementierung und Erhöhung der IT-Agilität ist ein schwieriges und teures Unterfangen und Unternehmen müssen genau verstehen, wo sie welche und wie viel IT-Agilität benötigen.

## 7 Literatur

- [1] Addicks, JS; Gringel, P (2009) Application landscape metrics: Overview, classification, and practical usage. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA)*, Ulm, Germany.
- [2] Agassi, S (2005) Die Evolution von Geschäftsprozessen in Echtzeit. In: Kuhlin, B; Thielmann, H (Hrsg.), *Real-Time Enterprise in der Praxis*. Springer, Berlin.
- [3] Ahsan, M (2004) Attaining Competitive Advantage Through Web Services: A Theoretical Perspective. *Americas Conf. on Information Systems (AMCIS)*, New York, NY, USA.
- [4] Ahsan, M; Ngo-Ye, L (2005) The Relationship Between IT Infrastructure and Strategic Agility in Organizations. *Americas Conf. on Inf. Syst. (AMCIS)*, Omaha, Neb., USA.
- [5] Allen, BR; Boynton, AC (1991) Issues and Opinions Information Architecture. In: Search of Efficient Flexibility. *MIS Quarterly* 15(4):435-445.
- [6] Arteta, BM; Giachetti, RE (2004) A measure of agility as the complexity of the enterprise system. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 20(6):495-503.
- [7] Beck, K; Andres, C (2004) Extreme programming explained: embrace change. Addison-Wesley, Boston.
- [8] Bhatt, GD; Grover, V (2005) Types of information technology capabilities and their role in competitive advantage: an empirical study. *J. of Management IS* 22(2):253-277.
- [9] Byrd, TA; Turner, DE (2000) Measuring the flexibility of information technology infrastructure: Exploratory analysis of a construct. *J. of Management IS* 17(1):167-208.
- [10] Carr, NG (2004) IT doesn't matter. *IEEE Engineering Management Review* 32(1):24-32.
- [11] Christopher, M (2005) Logistics and supply chain management: creating value-added networks. Pearson education, Harlow.
- [12] Dove, R (2001) Response ability. John Wiley and Sons, New York.
- [13] Duncan, NB (1995) Capturing flexibility of information technology infrastructure: A study of resource characteristics and their measure. *J. of Management IS* 12(2):37-58.
- [14] Engels, G; Hess, A; Humm, B; Juwig, O; Lohmann, M; Richter, JP; Voss, M; Willkomm, J (2008) Quasar Enterprise: Anwendungslandschaften serviceorientiert gestalten. Dpunkt, Heidelberg.
- [15] Fenton, N (1994) Software measurement: A necessary scientific basis. *IEEE Transactions on Software Engineering* 20(3):199-206.
- [16] Fenton, NE; Pfleeger, SL (1998) Software metrics: a rigorous and practical approach. PWS, Boston.
- [17] Fettke, P. (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art. *Wirtschaftsinformatik* 48(4): 257-266.
- [18] Fleischer, A (2007) Metriken im praktischen Einsatz. *Objektspektrum* 7(3):58-62.
- [19] Gallagher, KP; Worrell, JL (2008) Organizing IT to promote agility. *Information Technology and Management* 9(1):71-88.

- [20] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [21] Hoogervorst, J (2004) Enterprise architecture: Enabling integration, agility and change. *International Journal of Cooperative Information Systems* 13(3):213-233.
- [22] Keller, W (2006) IT-Unternehmensarchitektur: Von der Geschäftsstrategie zur optimalen IT-Unterstützung. Dpunkt, Heidelberg.
- [23] Krafzig, D; Banke, K; Slama, D (2004) Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices. Prentice Hall, NJ.
- [24] Lankes, J; Schweda, C (2007) Constructing Application Landscape Metrics: Why & How. Techn. Bericht TB0701, TU München, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Informatik 19.
- [25] Martin, RC (2003) Agile software development: principles, patterns, and practices. Prentice Hall, NJ.
- [26] Martin, RC (1996) Granularity. *C++ Report*, 8(10):57-62.
- [27] Melarkode, A; From-Poulsen, M; Warnakulasuriya, S (2004) Delivering Agility Through IT. *Business Strategy Review* 15(3):45-50.
- [28] Melville, N; Kraemer, K; Gurbaxani, V (2004) Review: Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *MIS Quarterly* 28(2):283-322.
- [29] Ngo-Ye, L; Ahsan, M (2005) Enterprise IT Application Systems Agility and Organizational Agility. *Americas Conf. on Inf. Syst. (AMCIS)*, Omaha, Nebraska, USA.
- [30] Nissen, V (2008) Grundlagen zum Management von IT-Agilität, Ilmenauer Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, 2008(3).
- [31] Nissen, V; Mladin, A (2009) Messung und Management von IT-Agilität. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 269.
- [32] Piccoli, G (2008) Creating and Managing the Agile Enterprise. Cutter Consortium, Arlington.
- [33] Sambamurthy, V; Bharadwaj, A; Grover, V (2003) Shaping Agility Through Digital Options: Reconceptualizing the Role of Information Technology in Contemporary Firms. *MIS Quarterly* 27(2):237-263.
- [34] Schwaber, K; Beedle, M (2002) Agile software development with Scrum. Prentice Hall, NJ.
- [35] Sharifi, H; Zhang, Z (2001) Agile manufacturing in practice. *International Journal of Operations and Production Management* 21(5/6):496-512.
- [36] Shen, B; Ju, D (2007) On the Measurement of Agility in Software Process. In: Wang, Q; Pfahl, D; Raffo, DM (Hrsg.), *ICSP 2007*. Springer, Berlin.
- [37] Witte, C (2010) IT-Kennzahlen: Time-to-Market dauert sieben Wochen. <http://www.cio.de/strategien/methoden/2235790/> Abgerufen am 13.09.2011.
- [38] Woolley, B; Melbourne, V; Hobbs, G (2008) Agility in Information System. *19th Australasian Conference on Information Systems*, Christchurch, New Zealand.
- [39] Zhu, K; Kraemer, KL (2005) Post-adoption variations in usage and value of e-business by organizations: Cross-country evidence from the retail industry. *Information Systems Research* 16(1):61-84.

# **Integriertes Ertrags-, Compliance- und Risikomanagement**





# **Requirements Criteria for Applicable Environmental Scanning Systems: Model Development and First Demonstration**

**Stefan Bischoff**

University of St. Gallen, Institute of Information Management, 9000 St. Gallen,  
E-Mail: stefan.bischoff@unisg.ch

**Timm Weitzel**

Darmstadt University of Technology, Department of Accounting, Controlling, and Auditing,  
64289 Darmstadt, E-Mail: timm.weitzel@stud.tu-darmstadt.de

**Jörg H. Mayer**

University of St. Gallen, Institute of Information Management, 9000 St. Gallen,  
E-Mail: joerg.mayer@unisg.ch

## **Abstract**

Especially in turbulent times, environmental scanning systems are an important instrument for supporting managerial decision making. The 2008/2009 economic crisis provided a sustainable impulse for focusing earlier on emerging threats and opportunities. Although a rich body of knowledge exists, concepts remain unused in practice. Most often they lack applicability. This article provides a list of requirements criteria specifying the applicability of environmental scanning systems. It is based on the principle of economic efficiency, uses findings from the absorptive capacity theory and can be applied to both evaluate existing environmental scanning systems and develop a new, more applicable generation than those we researched. We end with evaluating an environmental scanning system of a large, international company.

## **1 Introduction**

With an increasing volatility executives worry about not being prepared for environmental shifts or not being able to parry them. The 2008/2009 economic crisis provided a sustainable impulse for focusing earlier on emerging threats and opportunities [16] – and the volatile environment in summer 2011 has ensured that this topic stays relevant. Environmental scanning – ideally, information systems (IS)-based – can help to manage this challenge. Companies that do so will have brighter prospects than those that do not [3].

With Ansoff's [3] article "Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals" as an example, a rich body of knowledge exists, but practitioners experience *difficulties* in designing, implementing, and operating environmental scanning systems. Thus, these concepts remain *unused* in practice and the question of an applicable design remains not answered in both research and practice. To give more applicable environmental scanning systems design a starting point, a new examination of requirements that specify applicability should be helpful. Thus the objective of this article is to provide a list of requirements criteria for environmental scanning systems using a systematic approach.

Our article contributes to better environmental scanning system design by systematically developing a *list specifying requirements criteria to improve environmental scanning system's applicability*. Based on the principle of economic efficiency and using findings from the absorptive capacity theory, such a list of requirements can be applied to both evaluate existing environmental scanning systems and develop a new, more applicable generation of environmental scanning systems.

We adhere to design science research (DSR) in IS focusing on developing innovative, generic solutions for practical problems and thus emphasize utility [15]. According to Hevner et al. [15] and March and Smith [22] the outcomes of a construction process are constructs, models, methods, and instantiations. The requirements list to be developed can be categorized as a *model*. It aims at balancing the needs of practitioners and those of researchers by developing applicable requirements without sacrificing scientific rigor.

Structuring this article, we follow Peffers et al.'s six step approach [29]. After the problem statement, Sec. 2 gives an overview of environmental scanning systems and their requirements. In Sec. 3 we present a state-of-the-art review and develop an approach for rigorously collecting requirements criteria. Sec. 4 then demonstrates a first instantiation in terms of the list of requirements. Sec. 5 proceeds with a demonstration in a large, international company. Finally, we evaluate our model in Sec. 6 and conclude the article with an outlook and a proposal for further research in Sec. 7.

## 2 Foundations

A company's environment could be defined as the relevant physical and social factors within and beyond the organization's boundaries [9]. While operational analysis focuses on (short-term) internal difficulties in the implementation of strategic programs, strategic environmental scanning aims at anticipating (long-term) environmental shifts and analyzing their potential impact [7]. This article concentrates on the latter, hereafter referred to as *environmental scanning*. As strategic issues can emerge within or outside a company, changes in both a company's external and internal environment are relevant.

Thus, *environmental scanning systems* have to specify the sectors to be scanned, monitor the most important indicators of opportunities and threats for the company, cover the IS-based tools to be used, incorporate the findings of such analyses into decision making, and, assign responsibilities for supporting environmental scanning efforts (not covered in this article, but in [20]).

*Requirements* can be defined as prerequisites, conditions or capabilities needed by users (individuals or systems) to solve a problem or achieve an objective [17]. In computer science, they describe functions and features of IS. The discipline of requirements engineering (RE) aims at increasing the quality of IS development by providing systematic procedures for collecting, structuring, and documenting distinct and collectively exhaustive requirements. Therefore, RE must incorporate the relevant stakeholders and ensure their commitment regarding the final requirements [33].

RE processes consist of three stages [30]. The first phase, requirements identification, focuses on *completeness*. It involves defining the scope of the IS, demarcating the IS from its environment and determining the available sources. Finally, the requirements themselves are collected by analyzing the identified sources using multiple methods (e.g. creativity techniques, literature analysis or empirical methods). The second phase, requirement analysis and specification, focuses on the *distinctiveness* of each requirement. The unstructured requirements are classified first [33]. Overlapping requirements have to be eliminated and the remaining requirements have to be brought into a standard form. Meta languages and models often have an advantage here due to the fact that they are more compact and precise. The focus of the third phase, requirements validation, is twofold and includes *scientific rigor and relevance*. Decisions are made which requirements to use in subsequent design activities (build, realize, and test). Therefore, each requirement is reviewed for scientific rigor. Consensus then has to be reached by stakeholders about the IS requirements and whether they effectively represent their expectations [17].

### 3 State-of-the-art review

Our prior literature review [24] shows that a rich body of knowledge for environmental scanning exists, but only six out of 85 publications focus on functional requirements and an even minor number of two on non-functional ones (Fig. 1). Additionally, we found three list approaches defined by authors who designed environmental scanning systems themselves.

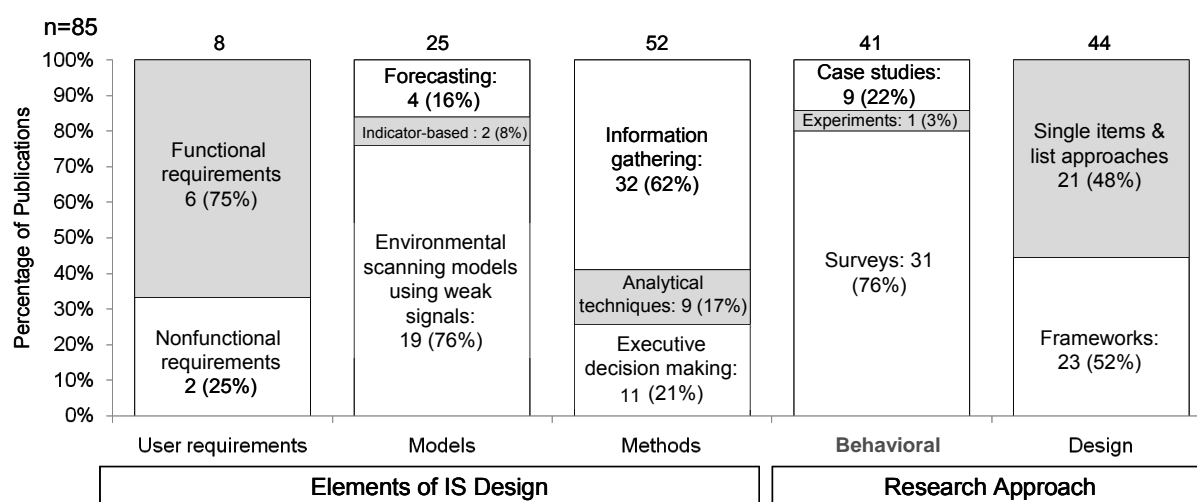


Figure 1: Results of a preliminary literature review [24]

Herein, we differentiated between two different types of list approaches: *Model-free lists of requirements (model-free LoR)* and *model-related lists of requirements (model-related LoR)*.

We could not identify any example of a more complex structural approach for defining requirements, such as the Technology Acceptance Model (TAM). This may be due to the fact that environmental scanning is often subsumed in executive information systems (EIS) and thus has not been subject to individual research.

### 3.1 Model-free list of requirements (model-free LoR)

Model-free LoR are characterized by an unsystematic collection of requirements. Frolick et al. [13] use a list approach by mentioning several requirements without any meta structure. A requirement criterion is the integration of external and internal sources that contribute hard and soft data about the environment. Other authors derive their requirements criteria solely from literature [39], best practices, or own experience. These approaches most often do not make use of a meta structure principle or second-level structuring dimensions.

Model-free LoR most often cover few to many variables. The left hand side of Fig. 2 summarizes researched examples of these kinds of requirement lists for environmental scanning systems. Most of them do not specify why certain requirements or dimensions are included. The aim to be relevant for practice dominates scientific rigor.

### 3.2 Model-related lists of requirements (model-related LoR)

Model-related LoR build or use models to contextualize requirements. They either focus on a few requirements criteria and explain how they have to adjust to dependent variables such as environmental volatility [36, 42] or they define models for direct practical guidance. As an example of the latter Xu et al. [41] provide a model to explain requirements in terms of strength (clarity of the message) and intensity (degree of strategic importance) of a signal.

Model-free lists of requirements		Model-related lists of requirements
Requirements derived from system design	Requirements derived from literature and own experience	
<b>Narchal et al. (1987)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consideration of biases</li> <li>• Different databases for environments</li> <li>• Integration of multiple perspectives</li> <li>• Integration in executive information system (EIS)</li> <li>• Deliberate, continuous, and systematic scanning</li> <li>• Scanning culture</li> <li>• Techniques: scenario technique</li> </ul>	<b>Ei Sawy (1985)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibility to changing scope</li> <li>• Lose coupling to organizational information system</li> <li>• Classification and manipulation capabilities</li> </ul>	<b>Daft and Weick (1984)</b> Model of organizations as interpretation systems. Interpretation depends on: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assumptions analyzability of environment</li> <li>• Firm's intrusiveness</li> </ul>
<b>Calori (1989)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selective and specific search scope</li> <li>• Scanning frequency</li> <li>• Historical and structural data forecasts</li> </ul>	<b>Ahituv et al. (1998)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scanning frequency</li> <li>• Formalization</li> <li>• IT Support</li> </ul>	<b>Yasai-Ardekani and Nystrom (1996)</b> Model for effects of external variables on <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scanning Frequency</li> <li>• Top management's responsibility</li> <li>• Scope</li> </ul>
<b>Frolick et al. (1997)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration of numerous internal and external sources</li> <li>• Interorganizational integration</li> <li>• Consideration of cognitive aspects for faster recognition</li> <li>• Integration of soft and hard data</li> <li>• Timeliness and accuracy</li> <li>• Hypermedia navigation</li> <li>• Integration in executive information system (EIS)</li> <li>• Techniques: Impact analysis and scenario technique</li> </ul>	<b>Walters et al. (2003)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration of internal and external information</li> <li>• Individualized end-user devices</li> <li>• User-specific information presentation</li> <li>• Flexibility in terms of addition and modification</li> <li>• Timeliness and integrity</li> <li>• Different treatment for scanning areas</li> <li>• Learning and exploration aids</li> </ul>	<b>Tan et al. (1998)</b> Model for effects of external variables on: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet scanning frequency</li> </ul>
	<b>Day and Shoemaker (2005)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequate search scope</li> <li>• Past experience integration</li> <li>• Scanning capabilities benchmark</li> <li>• Inter- and intraorganizational integration</li> <li>• Adequate noise filtering</li> </ul>	<b>Xu et al. (2003)</b> Model for practical guidance. Scanning depends on: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strength – clarity of messages</li> <li>• Intensity – degree of strategic importance of signal</li> </ul>

Figure 2: Examples from literature for model-free and model-related LoR

Model-related LoR focus on putting requirements such as scanning frequency into context and thus concentrate on a few aspects of environmental scanning only. They make use of a superordinate classification. Approaches are summarized in Fig. 2 (right hand side).

### 3.3 Gap analysis

DSR focuses on accomplishing utility. This section evaluates model-free and model-related LoR based on RE criteria developed in Sec. 2. The results are summarized in Fig. 5 (left two rating columns), using a 5-point rating scale. Model-free LoR cover few to many variables, randomly derived from literature or solely based on the authors' experience or best practice. As the *completeness* of this method is questionable, a weak assessment ("bad") is justified. Model-related LoR put even fewer requirements such as scanning frequency into context and thus provide even less completeness. In terms of *distinctiveness* the model-free LoR lack a method for structuring classification. Thus they are rated "bad." Model-related LoR are much more focused, but provide a superordinate classification ("good"). More interesting are the differences regarding (*scientific*) *rigor*. The model-free LoR are based on literature research and criteria are selected on the authors' experience. Therefore they are rated "bad." Model-related LoR are based on either empirical evidence or are derived from literature. Since they are focused on few requirements the model derivation is *rigor*, thus the rating is "good". No easy way exists to judge the *relevance* of the LoR definition approaches. Bearing in mind the fact that truly applicable approaches exist, both receive an average rating ("somewhat").

In summary, both kinds of LoR are applied in practice thanks to their clear information and system antecedents and their ease of use. However, we assessed such approaches negatively in terms of requirement completeness and, more obviously, (*scientific*) *rigor*. A promising solution would therefore be to develop a method that incorporates a more rigorous approach without losing relevance. The result should be an applicable list approach to requirements criteria for environmental scanning systems. These criteria have to be derived in a more rigorous and transparent way than the model-free list approaches we researched.

## 4 Model development

### 4.1 Principle of economic efficiency

We develop our model following Popper's approach [31] using deduction to systematically define a list of requirements criteria for environmental scanning systems. Focusing on the cost-benefit ratio the principle of economic efficiency is a generally accepted paradigm in business research [32] and IS research [34]. In our case it means that a model design should be oriented what is economically feasible, not what is conceptually or technically possible. Thus it serves as a good starting point for our model [25].

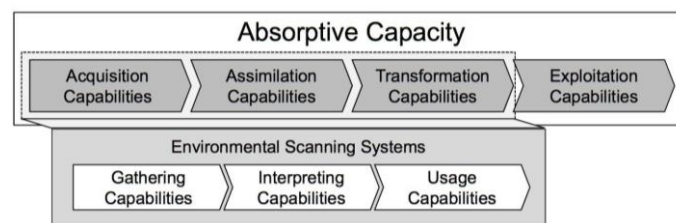
Even though the cost of IS design can be identified to some degree, quantifying the profitability of delivered information is limited. To provide surrogates, we express economic efficiency in a system of basic criteria (Fig. 3). Following the "black box" method from mechanical engineering, these criteria can be differentiated into solution capabilities and resource requirements. *Solution capabilities* cover how IS output supports environmental scanning for managers. The *resource requirements*, in turn, cover the input needed to generate the output.

## 4.2 First level of specification: design criteria

Following Aguilar's [1] process-oriented view, environmental scanning gathers, interprets, and uses relevant information about events, trends, and relationships in an organization's environment. Thus, we start specifying solution capabilities for environmental scanning systems with *information gathering, interpretation and usage* capabilities. In addition, we suggest *cross-process factors* that contribute to process capabilities and are not subsumed by the previous categories (Fig. 4). Resource requirements can be measured in terms of the *effort* to set up the environmental scanning system.

## 4.3 Second level of specification: evaluation criteria

The outlined design criteria are rather abstract. With respect to Aguilar [1], environmental scanning systems contribute to a company's ability to acquire, assimilate and transform new information. Using Zahra and George's [43] dimensions of a company's absorptive capacity in mind (acquisition, assimilation, transformation, and exploitation capabilities), brings congruency to Aguilar's definition (Fig.3). Since these capabilities constitute the company's absorptive capacity, we will examine research based on this theory to specify our requirements criteria. In particular, Volberda et al. [38] and Jansen et al. [18] propose such IS requirements criteria. Fig. 4 illustrates our list of requirements criteria specifying the applicability of environmental scanning systems. Following [25] we go on as follows.



**Figure 3: Environmental scanning in the context of absorptive capacity**

*Information gathering:* Zahra and George [43] state three attributes of information gathering: direction; intensity; speed. To the first, we apply the COSO II framework [5]. In doing so, a first objective for environmental scanning systems is to gather information concerning the company's vision and strategic program (mission). Because their direction is high-level and long term, we name the associated risks strategic ones (EC1). Environmental scanning systems also have to incorporate a more short-term perspective. Regarding our definition (Sec. 2) just covering the most important operational risks relevant for management purpose, we focus on those from the internal and external value chain (EC2). Furthermore, environmental scanning systems should focus on gathering information for regulatory compliance (EC3). Information gathering must take chances in a company-specific ratio into account [37] (EC4). The results are four evaluation criteria concerning the purpose and direction of information gathering for environmental scanning: coverage of three types of risks (EC1-EC3) and chances (EC4). Focusing on the intensity and speed of information gathering, Oh [28] finds evidence that leveraging "modern" IS capabilities (such as data mining, semantic search, and artificial neural networks) or collaboration techniques (such as RSS feeds, customer feedback on social media, professional databases [12]), or business intelligence (BI) with a central data warehouse (DW) significantly enhances a company's information gathering process [23, 28]. We summarize this perspective as the level of incorporated IS-support for gathering (EC5).

*Information interpretation:* Information interpretation capabilities cover the ability of environmental scanning systems to analyze and transform gathered information [43]. Following the bounded rationality theory information interpretation must take biased human cognition into account [27, 38]. Teece [37] argues that decision makers are biased in several forms. Innovations, for example, appear threatening for most human beings and cause them to disregard potential opportunities. Thus, adopting techniques to overcome these decision biases [37] can result in a competitive advantage. Jansen et al. [18] suggests involving more people in decision making, having subordinates take part in higher-level decisions, and cross-functional interfaces. We summarize this in measuring bias prevention (EC6).

In the theory of bounded rationality, human attention becomes an increasingly scarce resource as the environment becomes more dynamic and complex. That leads to deviations from the rational choice model [21]. Niu et al. [27] propose a “thinking support module” to provide a set of tools for knowledge management, including a case base and a mental model or, more in general, explicit and tacit knowledge. We thus define the level of knowledge and thinking process support as a criterion (EC7).

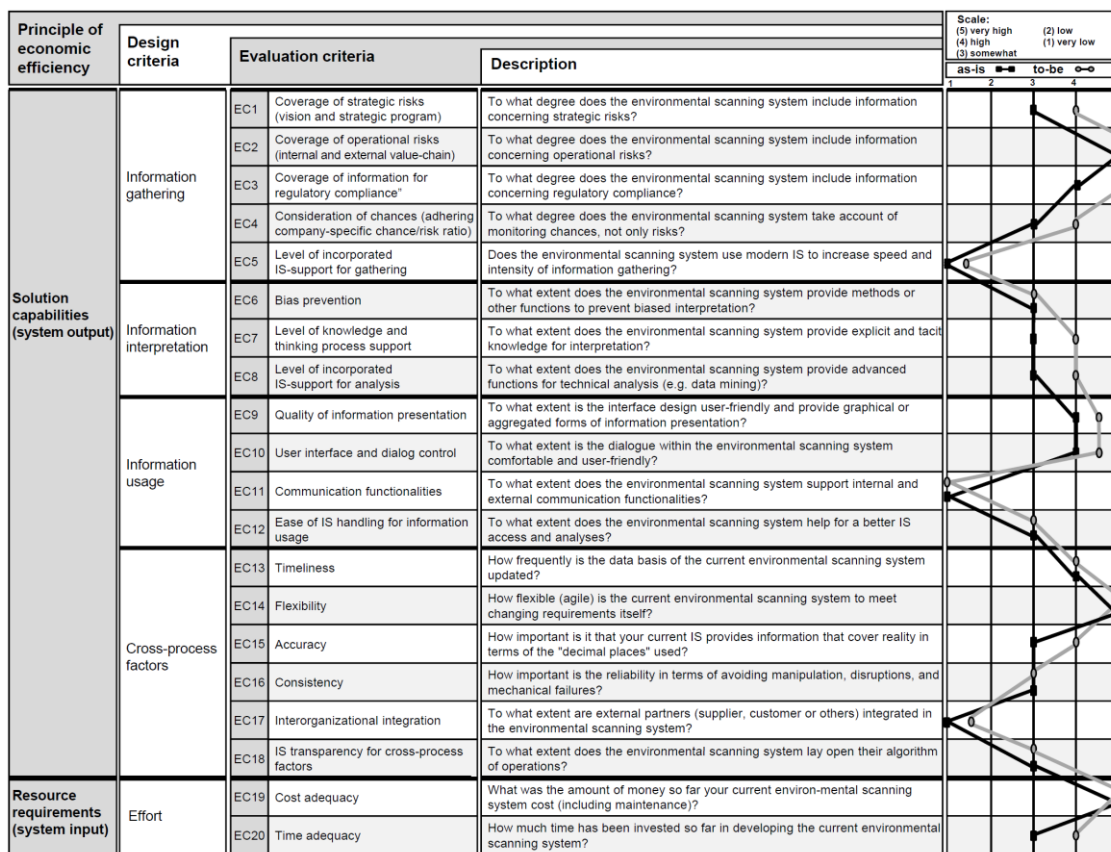


Figure 4: List of requirements criteria taken from our prior research [25]

From IS support, March and Hevner [23] propose a data warehousing (DW) architecture with integration of external and internal data, as well as BI methods to interpret the information with respect to business tasks. Niu et al. [27] mention online analytical processing (OLAP), SQL reporting, linear programming, and information fusion as methods for data analysis. As a requirements criterion, we include the level of incorporated IS-support (EC8).

*Information usage:* Environmental scanning systems are worthless if their results are not recognized by managers and, as a consequence, not incorporated into their decision making process [38]. Bearing in mind that managers still tend to be technology-averse and most often have a cognitive working style [19], March and Hevner [23] point out that the IS user interface is a key area determining IS acceptance. Following Warmouth and Yen [40], we evaluate the design of an environmental scanning system's user interface in three dimensions; *quality of information presentation* (EC9), *user interface design and dialog control* (EC10), and advanced functionalities managers can perform themselves. In terms of the latter, we concentrate on *communication functionalities* (EC11). The *ease of IS handling* should help for a better information usage from IS perspective (EC12).

*Cross-process factors:* Cross-process factors contribute to several of the above-mentioned capabilities. First, the ability to adapt is of utmost importance in changing situations and turbulent environments [10]. Zott [44] defines *timeliness* as an important attribute of such dynamic capabilities (EC13). We add *flexibility* (EC14), the ability of the IS to adapt to changing information needs, data sources, and ways to present information. Although Sutcliffe and Weber [35] state that how managers interpret their environment is more important than how accurately they know it, managers will not use information if it is questionable in terms of its formal aspects or content. This leads us to propose the requirements criteria of accuracy (EC15) and consistency (EC16).

Interorganizational factors such as a company's social embeddedness, increase its absorptive capacity [28, 38]. A strong business network across different companies enables information sharing and collection to increase system sensitivity to upcoming external events [28]. Gulati [14] proposes that companies can be highly alert if they "create and utilize wide-ranging information networks." Given the importance of such networking activities, supporting companies' *interorganizational integration* is another requirements criterion for applicable environmental scanning systems (EC17). Automatic validation checks are an example for IS support in the cross-process factors. Thus, *IS transparency* should contribute to the cross-process factors (EC18).

*Effort:* Our final requirements criteria consider the effort needed to design, implement, and set up environmental scanning systems. Zott [44] states that "even if dynamic capabilities are equifinal across firms, robust performance may arise [...] if the costs and timing of dynamic capability deployment differ [...]." *Cost adequacy* (EC19) and *time adequacy* (EC20) are defined as the last requirements criteria.

## 5 Demonstrate

We are in progress of applying our model at five large international companies. A first demonstration was the adoption of our model on hand at a large, international company (sales: USD 56 bn; employees: 174,000). The following information was collected in an interview with the manager of the corporate controlling at the headquarter. He was asked to rate their environmental scanning system in terms of our evaluation criteria on a scale from "1" (very low) to "5" (very high). The resulting evaluation is visualized in Fig. 4 (right-hand side).

*Information gathering:* The environmental scanning system is widespread throughout the entire company and includes many different departments. The IS the interviewee is working with, has an operational focus. Other departments are more concerned on strategic aspects



and the regulatory compliance. But the different IS have not been integrated yet. The IS itself does not support weak signals at the moment. Especially for strategic risks this is a feasible improvement (EC1-3). Besides risks, the IS covers opportunity identification, but is still focusing on risk identification (EC4). Data is collected manually. Thus advanced information gathering functionalities are not implemented, but would speed up the gathering process significantly (EC5).

*Information interpretation:* The current IS is based on MS Excel. It offers basic analytical functionalities such as trend calculation. Currently no benefits are seen in introducing more sophisticated analytical functionalities (EC6). Bias prevention as well as knowledge and thinking support is provided by double review interpretation and a mind map for possible outcomes of early indicator movements. In future increasing bias prevention techniques and a case base for knowledge integration is considered (EC7, EC8).

*Information usage:* The IS fulfills the purpose of a reporting instrument. Based on interactive “pdf” documents it enhances an interactive information retrieval and easy-to-use IS navigation. In turn communication functionalities are not integrated (EC11). Based on traffic light coding and qualitative aggregation the IS provides several levels of analysis (EC9, EC10). Overall ease of IS handling for information usage is considered adequate (EC12).

*Cross-process factors:* Environmental scanning is done on a monthly basis and data is updated accordingly. Considering the areas to be scanned and the vision of the company there is no desire for higher scanning frequency (EC13). Bearing in mind easy-to-handle characteristics the IS is considered to be very flexible. Adjustments to changing requirements can be performed quickly and further indicators can be introduced easily (EC14). The accuracy and consistency of information provided is considered adequate (EC15, EC16). Currently there is no need for interorganizational integration (EC17) or any improvement in overall IS transparency (EC18).

*Effort:* The IS is easy to handle and based on understandable, most often distinct processes. Thus the cost adequacy is very high (EC19). Since the IS currently requires a lot of manual work the time adequacy could be increased by automating some routines (EC20).

## 6 Model evaluation

Comparing the findings with the comments to our LoR (Sec. 3) and using the criteria derived in Sec. 2, our proposed model has the following advantages to be discussed.

The principle of economic efficiency is widely *accepted*. As a reliable, frequently applied design paradigm, it provides a generally accepted starting point for IS requirement analysis. From a conceptual perspective, deriving evaluation criteria from a theory is scientifically *rigorous*. As we also included cross-functional IS aspects, our approach should lead to a good level of *completeness*. Considering *relevance*, it is hard to evaluate our approach because until now just five implementations exist. In general our approach should lead to the same level as both other LoR approaches (Fig. 5). Nevertheless our list approach is *not exhaustive*.

Relating environmental scanning to the absorptive capacity theory is a new approach. It can be criticized that using theory for evaluating applicability is a contradiction. But research

about supporting factors of these theoretical constructs is logically based and has been subject to other empirical investigations. Comparing this approach with those using own experience and random literature our model is more *systematic* and offers *less subjectiveness*.


















			 Very bad	 Bad	 Somewhat	 Good	 Very good
		Evaluation criteria	Model-free LoR (Sec 3.1)	Model-related LoR (Sec. 3.2)	Approach on hand		
Requirements engineering	Requirement identification	Completeness					
	Requirement analysis and specification	Distinctiveness					
	Requirement validation	(Scientific) rigor					
		Relevance					

Figure 5: Evaluating the approach on hand in comparison to other list approaches

## 7 Outlook and future research

The objective of this article was to develop a list of requirements criteria contributing to a more applicable environmental scanning system design without sacrificing scientific rigor. Based on the principle of economic efficiency and using findings from the adsorptive capacity theory, we derived 20 criteria. They can be applied for both, evaluate existing environmental scanning systems and develop a new, more applicable IS-generation than those designed by previous research. A first demonstration showed the applicability of our requirements list on hand. Looking ahead, we are going to apply it in case studies with four additional large, international companies resulting in “as-is/to-be” profiles of environmental scanning systems to identify best practices and current design gaps.

The evaluation schema itself incorporates several opportunities for empirical research as it provides a first step to measure the applicability of environmental scanning systems and identify opportunities for further improvements. Applicable environmental scanning systems should help executives to perform a more proactive corporate management, foreseeing emerging threats and opportunities in an increasing volatile environment. Overall, the method used to develop our criteria should necessarily be applicable to other IS domains as well and thus contribute to improve requirement analysis in IS design research in general.

## 8 References

- [1] Aguilar, FJ (1967): Scanning the Business Environment. Macmillan, New York.
- [2] Ahituv, N, Zif, J, Machlin, I (1998): Environmental Scanning and Information Systems in Relation to Success in Introducing New Products. *Information & Management* 33: 201-211.
- [3] Ansoff, HI (1975): Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals. *California Management Review* 18 (2): 21-33.
- [4] Calori, R (1989): Designing a Business Scanning System. *Long Range Planning* 22 (1): 69-82.
- [5] Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) (2004): Enterprise Risk Management - Integrated Framework. COSO, New York, USA.
- [6] Daft, RL, Weick, KE (1984): Toward a Model of Organizations as Interpretation Systems. *Academy of Management Review* 9 (2): 284-295.
- [7] Davies, J, Finlay, M, McLenaghan, T, Wilson, D (2006): Key Risk Indicators - Their Role in Operational Risk Management and Measurement. In: E. Davis (Hrsg.): *The Advanced Measurement Approach to Operational Risk*. Risk Books, London: 215-246.
- [8] Day, GS, Schoemaker, PJH (2005): Scanning the Periphery. *Harvard Business Review* 83: 135-148.
- [9] Duncan, RB (1972): Characteristics of Organizational Environments and Perceived Environmental Uncertainty. *Administrative Science Quarterly* 17 (3): 313-327.
- [10] Eisenhardt, KM, Martin, JA (2000): Dynamic Capabilities: What are They? *Strategic Management Journal* 21 (10-11): 1105-1121.
- [11] EL Sawy, OA (1985): Personal Information Systems for Strategic Scanning in turbulent Environments: Can the CEO Go On-Line. *MIS Quarterly* 9 (1): 53-60.
- [12] Elofson, G, Konsynski, B (1991): Delegation Technologies: Environmental Scanning with Intelligent Agents. *Journal of Management Information Systems* 8 (1): 37-62.
- [13] Frolick, MN, Parzinger, MJ, Rainer, RKJ, Ramarapu, N (1997): Using EISs For Environmental Scanning. *Information Systems Management* 14 (1): 35-40.
- [14] Gulati, R, Nohria, N, Zaheer, A (2000): Strategic Networks. *Strategic Management Journal* 21 (3): 203-215.
- [15] Hevner, AR, Chatterjee, S (2010): *Design Research in Information Systems: Theory and Practice*. Springer, Berlin.
- [16] Hopwood, AG (2009): The Economic Crisis and Accounting: Implications for the Research Community. *Accounting, Organizations and Society* 34 (6, 7): 797-802.
- [17] IEEE (1998): IEEE Recommended practice for software requirements specifications. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE) Computer Society, New York.
- [18] Jansen, JJP, Van Den Bosch, FAJ, Volberda, HW (2005): Managing Potential and Realized Absorptive Capacity: How Do Organizational Antecedents Matter? *Academy of Management Review* 48 (6): 999-1015.

- [19] Jiang, JJ, Muhanna, WA, Klein, G (2000): User Resistance and strategies for promoting acceptance across system types. *Information & Management* 37: 25-36.
- [20] Lenz, RT, Engledow, JL (1986): The Applicability of Current Theory. *Strategic Management Journal* 7 (4): 329-346.
- [21] Lipschitz, R, Klein, G, Orasanu, J, Salas, E (2001): Taking Stock of Naturalistic Decision Making. *Journal of Behavioral Decision Making* 14 (5): 331-352.
- [22] March, ST, Smith, GF (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. *Decision Support Systems* 15 (4): 251-266.
- [23] March, ST, Hevner, AR (2007): Integrated Decision Support Systems: A Data Warehousing Perspective. *Decision Support Systems* 43 (3): 1031-1043.
- [24] Mayer, JH, Steinecke, N, Quick, R (2011): Improving the Applicability of Environmental Scanning Systems: State of the Art and Future Research. In: IFIP WG 8.6 Working Conference, Springer, Hamburg: 207-233.
- [25] Mayer, JH; Weitzel, T; Bischoff, S; Quick, R (2011): Applicability of Environmental Scanning Systems - a Systematic List Approach to Requirements Criteria. In: Proceedings of the International Conference Business Intelligence and Financial Engineering 2011, Hong Kong.
- [26] Narchal, RM, Kittappa, K, Bhattacharya, P (1987): An Environmental Scanning System for Business Planning. *Long Range Planning* 20 (6): 96-105.
- [27] Niu, L, Lu, J, Zhang, G (2008): Cognitive Orientation in Business Intelligence Systems. *Studies in Computational Intelligence* 117: 55-72.
- [28] Oh, L-B (2009): Managing External Information Sources in Digital Extended Enterprises: The Role of IT Enabled Business Intelligence Competence and Network Structure Strength. In: 30th International Conference on Information Systems (ICIS), Phoenix, Arizona, USA: 1-13.
- [29] Peffers, K, Tuunanen, T, Rothenberger, MA, Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems* 24 (3): 45-77.
- [30] Pohl, K (2008): Requirements Engineering - Grundlagen, Prinzipien, Techniken. dpunkt.verlag, Heidelberg.
- [31] Popper, KR (1982): Logik der Forschung. Mohr, Tübingen.
- [32] Samuelson, PA (1983): Foundations of Economic Analysis, Enlarged Edition. Harvard University Press, Harvard.
- [33] Sommerville, I (2010): Software Engineering. Pearson, München.
- [34] Stair, RM, Reynolds, GW (2011): Principles of Information Systems. Course Technology, Boston, USA.
- [35] Sutcliffe, KM, Weber, K (2003): The High Cost of Accurate Knowledge. *Harvard Business Review* 81 (5): 74-82.

- [36] Tan, SSL, Teo, H-H, Tan, BCY, Wei, K-K (1998): Environmental Scanning on the Internet. In: Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS), Helsinki, Finland: 76-87.
- [37] Teece, DJ (2007): Explicating Dynamic Capabilities: The Nature And Microfoundations Of (Sustainable) Enterprise Performance. *Strategic Management Journal* 28 (8): 1319-1350.
- [38] Volberda, HW, Foss, NJ, Lyles, MA (2010): Absorbing the Concept of Absorptive Capacity: How to Realize Its Potential in the Organizational Field. *Organization Science* 21 (4): 931-951.
- [39] Walters, BA, Jiang, JJ, Klein, G (2003): Strategic Information and Strategic Decision Making: The EIS/CEO Interface in Smaller Manufacturing Companies. *Information & Management* 40 (6): 487-495.
- [40] Warmouth, MT, Yen, D (1992): A Detailed Analysis of Executive Information Systems. *International Journal of Information Management* 12 (2): 192-208.
- [41] Xu, XM, Kaye, GR, Duan, Y (2003): UK executive's vision on business environment for information scanning: A cross industry study. *Information & Management* 40: 381-389.
- [42] Yasai-Ardekani, M, Nystrom, PC (1996): Designs for Environmental Scanning Systems: Tests of a Contingency Theory. *Management Science* 42 (2): 187-204.
- [43] Zahra, SA, George, G (2002): Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *Academy of Management Review* 27 (2): 185-203.
- [44] Zott, C (2003): Dynamic Capabilities and the Emergence of Intra-Industry Differential Firm Performance: Insights From A Simulation Study. *Strategic Management Journal* 24 (1): 97-125.



# **Towards a Sustainable and Efficient Component-based Information Security Framework**

**Jörg Uffen, Robert Pomes, Michael H. Breitner**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: {uffen | pomes | breitner}@iwi.uni-hannover.de

## **Abstract**

Information security and information systems (IS) security both have top management priority in many companies and organizations. In various information security models researchers recommend several important components to sustainably and efficiently enforce information security. There is little research aiming at approaches that combine theoretically and empirically substantiated principles. To fill this research gap, the aim of this paper is to discuss the adequacy of “academic” information security components, to analyze practical relevance using an empirical study and to consolidate identified factors using a principle component analysis to enhance applicability. Findings suggest two main factors which are identified as short-term and long-term as well as 18 sub-components. The results can assist companies and organizations in sustainably and efficiently implementing information security.

## **1 Introduction**

Today’s companies and organizations (in the following referred to as “organizations”) have become increasingly dependent on information systems (IS) to carry out their business strategies. As a result, ensuring information security has become one of the main top managerial priorities in many organizations [4]. Information security management continuously faces changing requirements in complex situations [18] in consideration of balancing the needs of information access and information protection [5].

Hence, in the last decades the discussion on how to implement efficient and sustainable information security has been promoted by academics and practitioners. As a consequence, numerous information security architectures, frameworks and best-practices have been developed in order to assist organizations in implementing information security. Important academic research papers or best practice frameworks such as COBIT or ISO/IEC 27000-series indicate that information security needs to be implemented in a holistic and multidisciplinary approach, cutting horizontally across units within and over organizational borders along the entire value-added chain.

However, in literature there is consent about the semantic dimensions of information security: confidentiality, integrity and availability (CIA) (see e.g. [10];[17];[6];[16];[18]). In a more extended and human-oriented sense, additional dimensions are responsibility, authenticity and reliability [12]. These dimensions are the basic requirements on which the principal information security strategies have to be designed. Within an information security framework, researchers and practitioners have recommended a number of important information security components such as technical or human security factors (see e.g. [7]) but organizations often face difficulties in managing a concept that considers holistic information security components [10].

In the context of this paper, an information security framework is represented by the interaction of interdisciplinary master- and sub-components, relevant for successful and sustainable implementation of information security. Sub-components in the following are integrated parts of information security frameworks which concretize master components. These components provide a basis for organizations during implementation and maintenance of information security. Sub-components can further be characterized by numerous detailed items.

Given the variety of academic publications on the topic of component-based information security frameworks, there is still a lack of approaches that combine theoretically and empirically substantiated principles. To fill this research gap, the aim of this paper is to evaluate the adequacy of academic information security components and evaluate their practical application using an empirical investigation in order to present a holistic and all-encompassing information security framework. The resulting framework shall assist organizations to ensure a consistent and holistic view in order to properly address the organizational information security requirements [8]. Hence, the **research questions** of this paper are as follows:

1. Which information security components are discussed within information security framework literature?
2. How can these components be consolidated considering their practical relevance?

The authors use a structured approach consisting of four steps. During previous step, critical information security success factors are identified using a comprehensive literature review combined with the help of industry experience of the authors. In the second step, the excluded general components are systematically summarized and consolidated. This leads into a comprehensive list of information security components and forms the basis for an empirical investigation with 174 information security managers. Based on the assessment of information security components and using the principle component analysis (PCA) (see e.g. [2]), the results are summarized and interpreted.

## 2 Related Work on Information Security Frameworks

Researchers have discussed different component-based information security frameworks leading to recommendations on how to efficiently and sustainably implement information security (see e.g. [18];[15];[19];[10]). Therefore reviewing literature on that specific topic is an adequate method for analyzing and synthesizing prior research in order to create a “firm foundation for advancing knowledge” [22]. In our study, we used the literature review method in accordance to [22]. The results will be discussed in the following sections, starting with a brief overview of important information security frameworks.



## 2.1 Existing Research in Information Security Frameworks

The research of [6], using an ontology-based approach for IS security management, recommends a people, law, organization, asset and technology view (PLOAT). These five components have to be considered when implementing an IS security management system (ISMS). Another related approach is presented by [16] contributing the IS security components strategy, technology, organization, people and environment (STOPE) in terms of supporting the use of ISO 17799:2005. Both approaches components are subdivided in more detailed items.

The layered multi-planes model provided by [19] integrates technological, organizational and legal components on a vertical layer. These components need to be addressed by vertical planes such as physical security or human interaction. The model focuses on a more technical view without considering strategic or operational issues (see also [10]). A more comprehensive approach is provided by [15] whose research relies on factors influencing the implementation of information security strategies. Therefore, the authors divide six perspectives based on their features and roles: structural, economical, organizational, environmental, technological and operational factors.

To identify several critical success factors (CSF) [18] use a three dimensional cheese approach, in which each dimension is proposed as a security control. The authors summarize three components – technical, formal and informal – which were consolidated from 12 factors (IS security architecture, business connection, information security awareness, management commitment, staff competence, information security strategy, dynamic evaluation of information security effectiveness, risk assessment, IS security integration, law enforcement and compliance, project accomplishment and security budget) and 76 indicators.

## 2.2 Information Security Components Deducted from Research Literature

To identify potential security components that influence the efficient and sustainable implementation of information security in organizations, the first step is to identify as many factors as possible from underlying literature. To analyze the underlying literature, the authors used the qualitative content analysis in accordance to [14]. This results in a comprehensive list of factors, which need to be summarized and consolidated into sub-components and master components.

The examination of the factors identified in the above mentioned literature review reveals that information security implementation is dependent on seven master components – technological, organizational, human, economical, compliance and monitoring, cultural and strategical – which were deducted from the identified sub-components. Figure 1 gives a summary of the mentioned security master- and sub-components which will also be briefly presented in the following sub-sections. Note that Figure 1 only lists sub-components which were frequently named and does not include the complete list of all identified items.



**Figure 1: Information Security Components**

### 2.2.1 Technological Component

Growing business interconnections, global networks and real-time communication result in new and complex technological security challenges (see e.g. [10]). In consideration of growing operational sophistication of current security attacks, technological security is the major part of effective information security [15]. Organizations face complex decisions considering the effective implementation of several sub-components such as intrusion detection systems (IDS) or firewalls in its information security architecture [5]. According to [15], practitioners need to reflect how to secure a seamless flow of data under the limitation of technological constraints and the emergence of new and continuously changing security threats. Nevertheless, the implementation of massive technological security components is in vain without complementary other security components [15];[4].

### 2.2.2 Organizational Component

Organizational components take the managerial perspective into account. Effective implementation of information security requires top-management support, sponsorship and commitment [3]. Management has to define concrete requirements, how to react systematically and methodologically in terms of security breaches. These points are critical since these decisions are accompanied by operational and technological components [18]. The harmonization of enterprise objectives with business and information security strategies is challenging [15]. Further, increasing operation and interaction with external partners require coordination on management level [6].

### **2.2.3 Human Component**

During the last few years, research in the human factor of information security has increased (see e.g. [4];[7]) as the most common vulnerability in information security is still the human factor [24]. End-user ignorance, deliberate acts and mistakes can lever every technological solution [4]. Therefore, behavior of the human component has to be directed and monitored to guarantee compliance with organizational security and legal requirements [8]. Appropriate methods to improve security awareness are training, education and motivation programs [23]. Further, selective allocation of authorization in terms of identity and access management has an additional preventive effect [17]. In their empirical study with about 269 employees, [7] verified three security countermeasures to reduce IS misuse: first security policies, second security training, education and awareness and third computer monitoring.

### **2.2.4 Economical Component**

Security strategies have to be developed in order to be cost-effective [15];[17]. In practice, organizations rarely undertake return on investment calculations on completed security investments [18]. IT departments often face challenges in budgetary restrictions [23] but investments in information security are not straightforward [18]. As mentioned above, information security threats are changing rapidly, so security leads to be a time-critical issue [15]. Hence, fast decision-processes with adequate financial resources are indispensable. Consequently information security management faces the challenge to coordinate every security component in an economic way considering the needs of the organization [17].

### **2.2.5 Compliance and Monitoring Component**

The compliance component includes internal factors such as organizational security policy or group's requirements and guidelines as well as external factors such as information security expectations of stakeholders and other third parties, legal factors such as best-practices, national and international requirements or standards such as ISO/IEC 27002 or COBIT. Further, continuous monitoring as well as auditing procedures are necessary to guarantee that policies, processes and controls comply with the organizational objectives, strategies and visions [8]. Within information security literature there is consent that auditing and monitoring approaches are required for deterring information misuse (see e.g. [7]).

### **2.2.6 Cultural Component**

Information security should be integrated into corporate culture [19], i.e. employees across an organization should actively live and shape the security culture. As one part, ethical conduct, such as not using organizational internet connections for private purpose, has to be regarded as an accepted way of conduct [8]. Further, trust is an established issue in information security culture [20]. Mutual trust between management and its employees is an essential part to implement new information security procedures and instruct end-users through behavioral changes in daily information security operations [8]. Behavioral changes should be embedded in employees' minds. In their research [9] highlight, that employees "become attached to their organization when they incorporate the characteristics they attribute to their organization into their self-concepts". The results of the literature review show, that these points are mostly underrepresented in information security frameworks.

### 2.2.7 Strategic Component

Information security strategies are clear defined plans of organizational future objectives, which in consideration of their resources, give an input of the future development of an IS [18]. The information security strategy should be implemented as an integrated part of corporate strategy. The strategic components are the baseline for IS security management (see e.g. [17];[8]) especially for business continuity management [19], in terms of strategically manage and protect information assets [21]. After putting an information security strategy into operation, the organizations have to evaluate and if needed correct the outcomes [15].

## 3 Empirical Data Collection and Analysis and Model Development

Based on the definition of security components, the next step is to evaluate the practical application with the use of an empirical investigation. To gain practical implications to the above mentioned components, the authors used a structured survey methodology to collect data from experts in this research field. The questionnaire consists of 54 questions including demographic statistics. These questions cover the above mentioned seven main components and their related sub-components. To generate reliable results, only validated and tested questions were used. To increase content validity the questionnaire first was carried out by 11 independent experts, followed by an improving process based on their feedback. Afterwards, the questionnaire was conducted again by 12 other experts. All questionnaires were provided and completed via a web-based survey. Participants were IS security experts such as Chief (Information) Security Officers (C(I)SO) from German-speaking countries (in the following referred to as "information security managers"), which were identified through information security online communities. During selection of participants, the authors did not focus on any specific businesses in order to give general results to any businesses. Of the 748 preselected participants, the total sum of reliable responses was 174, yielding in a reasonable response rate of more than 23.0%. As the focus of this study is the validation of information security components, the collected data was analyzed using different analysis techniques with the help of the statistic software SPSS.

### 3.1 Demographic Statistics

Respondents' organization businesses as well as size of their organization are representatively distributed. The main businesses are consulting, manufacturing (each 8.6%), government (8.0%), telecommunication (6.8%), health care (6.2%), media (5.6%) and education, finance, transport and energy (each 4.9%). The experts belong to small-sized companies with less than 100 employees (22.1%), medium-sized companies with less than 500 employees (30.0%) as well as large-sized organizations with more than 500 employees (47.9%). These issues are important aspects in generalizing the results of the study. Most respondents are middle-aged representing the age 41 to 50 (42.9%) while 25.9% representing the age 51 to 60 and 23.5% representing the age 31 to 40. Furthermore most respondents are in IS security positions represented by CSO, IS Security Specialists, CISO and IT-Reviser. The majority of respondents have a university degree (62.0%).

### 3.2 Findings

As the focus of this research lies on validation of the practical application of the theoretically identified master and sub-components (see section 1), we used the principle component analysis (PCA) with varimax rotation. PCA is a branch of multivariate analysis with the purpose to identify latent variables within a various number of items [2]. Therefore, PCA is the best method to reduce the above mentioned sub-components to a lower and in practice more applicable number of factors which subgroups of variables are based on nearly similar characteristics.

	Factor	Eigen-value	Variance (%)	Cummulated Variance (%)	Items	Interpretation	Factor loading
Technological	Technological 1	3.142	28.566	28.566	T1	Network administration	0.730
					T2		0.696
					T3		0.689
					T4		0.521
	Technological 2	1.351	12.279	40.845	T5	Critical system administration	0.758
					T6		0.680
					T7		0.501
	Technological 3	1.085	9.862	50.707	T8	Cryptography	0.756
					T9		0.606
					T10		0.601
Human	Human 1	1.358	27.164	27.164	H1	User management and user awareness	0.743
					H2		0.741
	Human 2	1.146	22.917	50.081	H3	Competency	0.839
					H4		0.687
	Human 3	1.018	20.359	70.440	H5	Access	0.899
Organizational	Organizational 1	1.497	29.933	29.933	O1	Top-Management support	0.843
					O2		0.820
	Organizational 2	1.216	24.322	54.255	O3	Leadership and coordination (Middle Management)	0.784
					O4		0.766
	Organizational 3	1.033	20.663	74.918	O5	Effective risk management	0.955
Compliance and Monitoring	Compliance 1	2.541	25.408	25.408	C1	Regulatory and legislative standards	0.831
					C2		0.771
	Compliance 2	1.458	14.585	39.993	C3	Control approaches and objectives	0.821
					C4		0.607
					C5		0.510
	Compliance 3	1.248	12.484	52.477	C6	Monitoring	0.793
					C7		0.627
					C8		0.617
					C9		0.527
Economical	Economical 1	1.310	32.746	32.746	E1	Monetary aspects	0.797
					E2		0.653
	Economical 2	1.009	25.220	57.966	E3	No-monetary aspects	0.800
					E4		0.579
Cultural	Cultural 1	1.244	31.093	31.093	Cu1	Ethical and identification values	0.814
					Cu2		0.637
	Cultural 2	1.036	25.860	56.953	Cu3	Trust	0.707
					Cu4		0.644
Strategical	Strategical 1	2.243	44.863	44.863	S1	Information security strategy management	0.872
					S2		0.771
					S3		0.716
	Strategical 2	1.043	20.855	65.718	S4	Business continuity	0.841
					S5		0.763

Table 1: Results of PCA 1 on Sub-component Basis

The analysis process consists of two phases. In the first phase, PCA is used for identifying consolidated sub-components within each master component. Second phase is verifying the commonalities within the master components, which means that two kinds of PCA are necessary – one on sub-component level (PCA 1) and one on master component level (PCA 2). To identify a valid number of factors, latent root criterion is used, i.e. only factors with eigenvalues greater than 1 are elected. These variables signify factors with variance greater than 1. The appropriateness is checked using the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) criterion. For each analysis KMO-criterion is above 0.728 which is acceptable to perform factor analysis [13].

However, significance of factor loadings can be used to interpret the factors. All factor loadings exceeded 0.50 which is considered to be very significant [11]. Some items were not taken into account because of poor reliability. Thus, based on the included items and their factor loading, each factor is named and interpreted. To enhance the quality of the findings, the interpretations were presented and discussed with 4 PhD-students and 2 external experts, as all of them possess several years of expertise in the evaluated topic. Table 1 presents an overview of PCA 1 with the resulting factor names, the mentioned eigenvalues, the cumulated variances and the related items.

In total, 42 items loaded properly on the factors. A total of 18 factors were extracted using PCA 1. The cumulated variance in this analysis method varies between 50.0% and 75.0%.

An analysis and discussion of the different factors is shown below. Note that the following results don't represent the complete presentation of each related item. Instead the following content summarizes the most important terms on descending factor loadings on master component level:

- **Technological Factors:** include considerations for realizing technological parts of IS security architecture. Implementation requires: **network administration** which contains application security such as installation, configuration, operation and administration of e.g. firewalls, antivirus, backup and data recovery; **critical system administration** which includes alarm- and fault monitoring systems or risk system access control administration and **cryptography** which specifies built-in encryption, security certificate creation and management or electronic signature and electronic data interchange (EDI) administration.
- **Human Factors:** deal with the reduction of internal misuse of IS resources. Details contain **user management and user awareness, competency** and **access**. The main factor considers the raising of awareness which includes trainings or other general behavioral issues; the second factor deals with the promotion of competence on employee level as well as support of management competence in information security related topics. The latter indicates an effective organizational user access management containing authorization or identity management concepts.
- **Organizational Factors:** take the managerial perspective into account. It contains the **top-management support** reflected by top management awareness and involvement, **the leadership and coordination** on a middle management level e.g. delegation or other classical management tasks and an **effective risk management** as part of holistic identification and handling of security risks.

- **Compliance and Monitoring Factors:** describe an organizations legislative, regulatory and contractual environment. The **regulatory and legislative standards** as the main parts of this compliance factors contain security management as well as compliance standards represented in e.g. ISO/IEC 27002. On the other side, **control approaches and objectives** contain general concepts, guidelines and checklists such as internal information security concepts or the implementation of internal controls according to COBIT. The third factor – **monitoring** – includes the monitoring of internal misuse of IS resources, controlling of security systems or interface monitoring.
- **Economical Factors:** take the **financial** and **non-financial factors** into account. First, the protection of information assets has direct financial impacts such as project budgets, running costs or unwanted/ unexpected cost in a case of a security breach. The latter includes aspects which do not have a direct measurable impact. This can be time-related considerations, potential penalties or lost customer orders because of bad reputation.
- **Cultural Factors:** indicate natural understanding of an organizations values, artifacts and norms. Sustainable information security implementation requires **ethical conduct and identification values** as well as **trust**. Identification with the organization and the relating acceptance of corporate principles are important factors for information security implementation which have to be targeted on a long-term basis. On the other side, trust among employees and management has to be generated using, e.g. confidence-building measures.
- **Strategical Factors:** describe the fundamental alignment of organizations current and future IS dimensions. Strategies require an appropriate **management** which contains visions, objectives and goals fixed in writing in regard of current and future orientation. A more specific factor named **business continuity** encompasses emergency plans or security manuals which ensure short recovery times in the case of unavailable IS infrastructure. This is an integral element of information security strategy.

The management of each of these 18 descriptively implied factors has to be considered with a special focus during implementation of information security. Therefore, these factors have to act as a guideline for information security managers, as they will support them to understand the particular information security components that need to be tailored to the characteristics and specifics of each organization. Hence, the above mentioned factors of information security should be taken as a reference which needs to be concretized in a more detailed way.

However, the observation of the information security components identified in this study leads to the assumption that the factors can further be divided into long- and short-term components. To proof this assumption, a second PCA was taken using the seven master security components. The analysis (see Table 2) results into two main factors whose factor loadings vary between 0.573 and 0.845 with a cumulated variance of 56.207%.

	Component	Eigenvalue	Variance (%)	Cummulated Variance (%)	Factor Loading
Factor 1	Technical	2.766	39.508	39.508	0.789
	Human				0.738
	Organizational				0.601
	Compliance				0.728
Factor 2	Economical	1.169	16.699	56.207	0.573
	Cultural				0.845
	Strategical				0.724

**Table 2: Results of PCA 2 on Master-component Basis**

Factor 1 highlights the technical, human, organizational and compliance components with an eigenvalue of 2.766 and a cumulated variance of 39.0% while factor 2 consolidates the economical, cultural and strategic components. This result confirms our assumption. In accordance to that, the authors named the first factor as “ubiquitous factors” which declares a more short-term orientation and the latter the authors named “sustainable factors” which declares the long-term orientation. Ubiquitous factors consist of components which are identified as omnipresent in the research literature (see section 2), in practical application and related standards (e.g. ISO 27002). These items are tangible and part of operational security management. The rationale for the second factor is that sustainable implementation relies on a strategic (long-term) orientation represented through culture as well as strategic goals and future objectives in consideration of economical component.

On the basis of these findings, practitioners should realize the interaction of short-term and long-term security elements to ensure sustainable and efficient implementation of information security. To be effective and timely, operational security decisions are based on organizational culture, their strategic orientation and the organizational global financial and non-financial resources. The short-term view lies on the basic needs towards information security in terms of reducing potential risk elements in a short reaction time. This means, for instance, investments in technical component should be done in consideration of factual necessity and organizational future orientation under the prerequisite of cost-effectiveness. According to [4] there is consent that success in information security considers investigations in both technical and social-organizational resources. These are essential parts of ubiquitous factors. According to our results, the implementation of sustainable factors is as important as the implementation of ubiquitous factors. To implement an acceptable level of information security, the organizations must create and cultivate adequate principles as a part of a security culture.

### 3.3 Limitations

One limitation of our study relates to the personality of participants. Each answer of participants depends on the individual risk tolerance during implementation of information security (see e.g. [1]). The questions in this study could not be examined with participants who are completely risk-averse. Further, every organization that participated in the study is based in German-speaking countries. Considering differences in the cultural and legal environment, it is likely that information security managers in other countries have different attitudes or reactions towards the implementation factors of information security within organizations.



## 4 Conclusion and Future Research

This paper presents a comprehensive information security framework. This framework can be taken into consideration for implementing sustainable and efficient information security within an organization. Given the variety of academic publications on CSF for implementation and management, there's still a lack of frameworks that combine theoretically and empirically grounded principles. The study presented here aims to close this research gap. Starting with a comprehensive literature review to identify as many CSF as possible and a following structured consolidation, the applicability to the information security implementation and management is confirmed with a survey of 174 information security managers. The results consider a broad spectrum of information security factors which assist information security managers to implement and manage sustainable and efficient information security. The results offer valuable implications for information security practitioners, since the factors can be used to design new - or review existing - information security programs in organizations. For future research, we plan to extend the results to a more international context and compare these results in consideration of cultural differences. Furthermore this study can be extended taking the information security managers' personality into consideration with personality models.

## 5 Literature

- [1] Anderson, EE; Choobineh, J (2008): Enterprise Information Security Strategies. *Computers & Security* 27(1): 22-29.
- [2] Backhaus, K; Erichson, B; Plinke, W; Weiber, R (2011): *Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung*. 13. Auflage Springer Verlag, Berlin.
- [3] Broderick, JS (2006): ISMS, security standards and security regulations. *Information Security Technical Report II*: 26-31.
- [4] Bulgurucu, B; Cavusoglu, Ha; Benbasat, I (2010): Information Security Policy Compliance: an Empirical Study of Rationality-based Beliefs and Information Security Awareness. *MIS Quarterly* 34(3): 523-548.
- [5] Cavusoglu, Ha; Raghunathan, S; Cavusoglu, Hu (2009): Configuration of and Interaction Between Information Security Technologies: The Case of Firewalls and Intrusion Detection Systems. *Information Systems Research* 20(2): 198-217.
- [6] Chiang, TJ; Kouh, JS; Chang, R-I (2009): An Ontology-based Approach to the Information Security Management. In: *International Journal of Computer Science and Network Security* 9(11): 181-189.
- [7] D'Arcy, J; Hovav, A; Galetta, D (2008): User Awareness of Security Countermeasures and its Impact on Information Systems Misuse: A Deterrence Approach. *Information System Research* 20(1): 79-98.
- [8] Da Veiga, A; Eloff, JHP (2007): An Information Security Governance Framework. *Information Systems Management* 24(4): 361-372.
- [9] Dutton, JE; Dukerich, JM; Harquail, CV (1994): Organizational Images and Member Identification. *Administrative Science Quarterly* 39(2): 239-263.

- [10] Eloff, JHP; Eloff, MM (2005): Information Security Architecture. *Computer Fraud & Security* 2005(11): 10-16.
- [11] Hair, JF Jr.; Black, WC; Babin, BJ; Anderson, RE (2010): *Multivariate Data Analysis: a Global Perspective*. 7. global ed. Pearson, Upper Saddle River [inter alia].
- [12] International Organization for Standardization (2004): *Information Technology – Security Techniques – Management of Information and Communications Technology Security – Part 1: Concepts and Models for Information and Communications Technology Security Management (ISO/IEC 13335-1:2004)*.
- [13] Kaiser, HF (1974): An Index of Factorial Simplicity. *Psychometrika* 39(1): 31-36.
- [14] Mayring, P (2004): *Qualitative Content Analysis*. In: Flick, U; von Kardorff, E; Steinke, I: *A Companion to Qualitative Research*. Sage Publications, London.
- [15] Park, S; Ahmad, A; Ruighaver, AB (2010): Factors Influencing the Implementation of Information Systems Security Strategies in Organizations. In: *Proceedings of the International Conference on Information Science and Applications (ICISA)*. Seoul, Korea.
- [16] Saleh, MS; Alrabiah, A; Bakry, SH (2006): Using ISO 17799:2005 information security management: a STOPE view with six sigma approach. *International Journal of Network Management* Vol. 17: 85-97.
- [17] Tashi, I; Ghernouti-Hélie, S (2009): Information Security Management is not only Risk Management. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Internet Monitoring and Protection (ICIMP)*. Venice, Italy.
- [18] Torres, JM; Sarriegi, JM; Santos, NS (2006): Managing Information Systems Security: Critical Success Factors and Indicators to Measure Effectiveness. In: *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Information Security*. Samos Island, Greece.
- [19] Trček, D (2003): An Integral Framework for Information Systems Security Management. *Computers & Security* 22(4): 337-360.
- [20] Tudor, JK (2000): *Information Security Architecture – An integrated approach to security in an organization*. Auerbach Publications, Boca-Raton, FL.
- [21] Upfold, CT; Sewry, DA (2005): An Investigation of Information Security in Small and Medium Enterprises (SME's) in the Eastern Cape. [http://icsa.cs.up.ac.za/issa/2005/Proceedings/Research/082\\_Article.pdf](http://icsa.cs.up.ac.za/issa/2005/Proceedings/Research/082_Article.pdf). Accessed: May 19, 2011.
- [22] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26(2): xiii-xxiii.
- [23] Werlinger, R; Hawkey, K; Beznosov, K (2009): An integrated view of human, organizational, and technological challenge of IT security management. *Information Management & Computer Security* 17(1): 4-19.
- [24] Yildirim, EY; Akalp, G; Aytac, S; Bayram, N (2011): Factors Influencing Information Security Management in small- and medium-sized enterprises: A case study from Turkey. *International Journal of Information Management* 31(4): 360-365.

# **Rechts- und ethikkonforme Identifikation von unternehmensschädlichen Handlungen durch semiautomatisierte Prozesse**

**Benedikt Lebek**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: lebek@iwi.uni-hannover.de

**Stefan Hoyer**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: hoyer@iwi.uni-hannover.de

**Halyna Zakhariya**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: zakhariya@iwi.uni-hannover.de

**Michael H. Breitner**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

## **Abstract**

Heutzutage werden in einem Unternehmen eine Vielzahl sensibler Informationen und Daten verarbeitet, die auch vor Attacken aus dem Inneren des Unternehmens geschützt werden müssen. Ein Umdenken im (IT-) Risikomanagement hin zu einer präventiven Identifikation von potenziell unternehmensschädlichen Handlungen wird bereits in der Literatur diskutiert und setzt u. a. starke Mitarbeiterüberwachungen voraus. Dies stößt auf datenschutzrechtliche Grenzen und wirft ethische sowie moralische Bedenken auf. Mit Fokus auf Compliance des (IT-) Risikomanagement wird in diesem Aufsatz gezeigt, wie ein Modell zur automatisierten Identifikation und Prävention unternehmensschädlicher Handlungen aussehen kann, insbesondere wenn deutsches Datenschutzrecht und Mitbestimmungsrechte der Arbeitnehmer beachtet sowie ethische und moralische Bedenken berücksichtigt werden.

## **1 Einleitung**

In der modernen, global vernetzten Wirtschaftswelt werden nahezu alle Geschäftsprozesse auf elektronischem Weg vollzogen. Dabei entstehen eine Vielzahl sensibler Informationen und Daten, die von hohem Wert für das jeweilige Unternehmen sind [13]. Daher ist der

Schutz dieser Daten und Informationen gegen Diebstahl, Verlust, Manipulation oder andere Angriffe notwendig. In diesem Zusammenhang rückt die Betrachtung von Angriffen durch Insider stärker in den Fokus. So sehen Unternehmen Angriffe durch Mitarbeiter (Insider) als zweitgrößte Bedrohung nach Hackerangriffen [10]. Eine notwendige Folge ist die Einrichtung von Überwachungsmaßnahmen innerhalb der Unternehmen [8]. In der Praxis steht derzeit noch die Identifizierung von Insidern nach Durchführung einer unternehmensschädlichen Handlung im Vordergrund („Insider Threat Detection“) [7]. Jedoch liefern diese Methoden oftmals erst ein Ergebnis, wenn bereits ein irreparabler, manchmal existenzgefährdender Schaden für das Unternehmen entstanden ist. In einer schnelllebigen Geschäftswelt, in der u. a. Echtzeit-Informations- und -buchungssysteme eingesetzt werden, wird nach einer zeitnahen Identifikation von unternehmensschädlichen Handlungen verlangt [11]. Ein Umdenken im (IT-) Risikomanagement hin zu einer präventiven Identifikation von potenziellen unternehmensschädlichen Handlungen („Insider Threat Prediction“) wird bereits in der Literatur diskutiert. Zu diesem Zweck werden in automatisierten Prozessen Kennzahlen und Risiko-maße für die Bedrohung berechnet, die von einzelnen Insidern ausgeht. Die Berechnung basiert auf der statistischen Analyse vorher festgelegter Szenarien und setzt Verhaltensanalysen und Mitarbeiterüberwachungen voraus. Bei der Überwachung wird auf teils sensible Informations- und Datenquellen, wie beispielsweise E-Mail-Inhalte, zurückgegriffen. Eine derart intensive Mitarbeiterüberwachung stößt auf datenschutzrechtliche Grenzen und wirft ethische sowie moralische Bedenken auf. Es entsteht ein Spannungsfeld zwischen dem Unternehmensinteresse unternehmensschädliche Handlungen abzuwehren und dem Recht des einzelnen Mitarbeiters auf Schutz seiner Privatsphäre. Die Brisanz des Themas belegen die Fälle bei der Deutschen Telekom und der Deutschen Bahn im Jahr 2009. Dort haben die Verletzungen des Datenschutzrechtes für Schlagzeilen gesorgt, als u. a. Kontodaten von Mitarbeitern mit denen von Zulieferern verglichen worden sind [2].

Vor dem Hintergrund der konkurrierenden Interessen von Arbeitgebern und Arbeitnehmern bekommt das Thema der Compliance im (IT-) Risikomanagement eine immer höhere Bedeutung. Fraglich ist die Möglichkeit des Aufbaus eines automatisierten „Insider Threat Prediction and Detection“-Systems, welches das Mitarbeiterverhalten überwacht und dabei sowohl rechtliche als auch moralische Anforderungen erfüllt. Ziel dieses Aufsatzes ist die Erweiterung des Modells von Greitzer et al. [7] durch Elemente anderer in der Literatur verbreiteter Modelle und selbst konzipierte Komponenten. Der hier vorgestellte Lösungsansatz berücksichtigt dabei speziell die in Deutschland geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen.

## 2 Literaturanalyse und Status quo

In der Literatur gibt es eine Reihe von Autoren, die sich mit dem Thema „Insider Threat Prediction and Detection“ beschäftigen. Die in den letzten Jahren veröffentlichten Modelle zeigen unterschiedliche Herangehensweisen an die automatisierte Identifikation und Prävention unternehmensschädlicher Handlungen und beleuchten meist nur bestimmte Teilaspekte. Auch die Problematik der rechtlichen Grenzen und ethischen sowie moralischen Bedenken wird unterschiedlich berücksichtigt.

So fokussieren Magklaras/Furnell [12] ihre Arbeit auf der Vorhersage unternehmensschädlicher Handlungen. Insbesondere konzentrieren sie sich darauf, die Anzeichen einer möglichen Bedrohung zu erkennen, zu analysieren und zu interpretieren. Zu diesem Zweck werden u.a.

persönliche Daten und Informationen herangezogen, wie beispielsweise besondere Fähigkeiten eines Mitarbeiters. Das Modell nennt mögliche Quellen zur Erhebung der Daten und Informationen und liefert ein Vorgehen zu deren Interpretation. Ethische, moralische und rechtliche Grenzen der Mitarbeiterüberwachung bleiben trotz Verwendung persönlicher Daten und Informationen unberücksichtigt.

Althebyan und Panda [14] präsentieren ebenso ein Modell zur Vorhersage unternehmensschädlicher Handlungen. Als Grundlage dienen Daten des IT-Monitorings, insbesondere die Auswertung von Dokumentzugriffsprotokollen. Hierbei erfolgt ein Abgleich der getätigten Zugriffe mit den je nach Zugehörigkeit zur Organisationsstruktur vergebenen Berechtigungen. Da lediglich die Zugriffe von Mitarbeitern auf Dokumente überwacht werden und andere Faktoren unberücksichtigt bleiben, wird das Thema der rechtlichen Grenzen und ethischen sowie moralischen Bedenken in diesem Modell weitgehend vernachlässigt.

Die Verknüpfung der Daten des IT-Monitorings auf der einen Seite mit den psychologischen Mitarbeiterprofilen auf der anderen Seite liefert das von Kandias et al. (2010) [9] beschriebene Prognosemodell. Mit Hilfe eines Entscheidungsalgorithmus werden Hinweise darauf gewonnen, ob sich ein Mitarbeiter verdächtig verhält und intensiver beobachtet werden sollte. Auf die Frage nach dem Datenschutz und der Wahrung der Privatsphäre der Angestellten sowie mögliche Quellen für psychologische Mitarbeiterinformationen gehen die Autoren nicht näher ein.

Das Modell von Islam et al. [8] ermöglicht die Aufdeckung von unternehmensschädlichen Handlungen in ERP-Systemen. Dabei werden Daten und Informationen aus ERP-Logfiles mit vorher definierten Betrugsszenarien verglichen. Aufgrund der reinen Untersuchung von Logfiles, stellt das Modell datenschutzrechtlich ein geringeres Problem dar, als Modelle, die auch andere persönliche Daten und Informationen von Mitarbeitern einbeziehen. Eine Schwachstelle des Modells können die vordefinierten Betrugsszenarien sein. Da neuartige Betrugsformen nach einem noch unbekannten Muster erfolgen können, werden diese möglicherweise nicht durch die definierten Szenarien erkannt.

Flegel [6] schlägt in seinem Modell die Pseudonymisierung von Auditdaten vor, um eine datenschutzrechtlich unbedenkliche Überwachung sämtlicher Daten und Informationen zu ermöglichen. Das Modell stellt somit keine Vorgehensweise zur Aufdeckung von unternehmensschädlichen Handlungen im eigentlichen Sinne dar, sondern beschäftigt sich ausschließlich mit dem organisatorischen Ablauf des Pseudonymisierungsprozesses.

Greitzer et al. [7] entwickeln ein Konzept zur Erstellung von Insider-Profilen anhand der Kombination von Daten des IT-Monitorings mit psychosozialen Mitarbeiterinformationen. Um rechtliche und ethische Barrieren der Einbindung von psychosozialen Informationen zu überwinden, schließen die Autoren von vornherein einige Quellen für psychosoziale Daten und Informationen aus. Hierzu zählen u. a. Vorstrafenregister oder Krankenakten. Jedoch können auch die explizit vorgeschlagenen Quellen nicht ohne Weiteres als rechtlich zulässig und ethisch vertretbar angesehen werden.

**Tabelle 1** gibt ein Überblick über die beschriebenen Modelle anhand ausgewählter Vergleichskriterien. Dabei wird unterschieden, ob das jeweilige Modell unternehmensschädliche Handlungen vorhersagt („Prediction“) oder nachträglich aufdeckt („Detection“). Weiterhin werden die Modelle hinsichtlich der Art der eingesetzten Datenquellen (IT-Monitoring-, persönliche- oder psychosoziale Daten) klassifiziert. Die Ausrichtung der jeweiligen Modelle

auf die Erkennung von absichtlichen („Intentional“) oder unabsichtlichen („Accidental“) unternehmensschädlichen Handlungen stellen weitere Vergleichsmöglichkeiten dar. Anhand der Modellgegenüberstellung ist beispielsweise deutlich zu sehen, dass Ethik und Recht nur wenig Berücksichtigung finden. Diese beiden Kriterien sind gerade für die Vorhersage von Bedeutung. Da hierbei bereits vor Umsetzung einer unternehmensschädlichen Handlung Analysen durchgeführt werden, können zunächst auch unschuldige Personen in Verdacht geraten. Daraus folgt die Frage, ob trotzdem einzelne Komponenten der hier aufgeführten Modelle in ein „Insider Threat Prediction and Detection“-Modell übernommen werden können, das insbesondere deutsche Datenschutzbestimmungen erfüllt und ethische sowie moralische Bedenken berücksichtigt. Eine mögliche Lösung wird anhand einer Erweiterung des Modells von Greitzer et al. [7] im folgenden Kapitel präsentiert.

Autor(en) Kriterium	Magklaras/ Furnell [12]	Althebyan/ Panda [1]	Kandias et al. [9]	Islam et al. [8]	Flegel [6]	Greitzer et al. [7]
Prediction	x	x	x			x
Detection		x		x	o	x
Daten des IT-Monitorings	x	x	x	x	x	x
Persönliche Informationen	x		x			x
Psychologische Informationen			x			x
Intentional	x	x	x	x	x	x
Accidental	x	x		x	x	x
Ethik						o
Recht			x		x	o

Legende: x = Kriterium erfüllt; o = Kriterium teilweise erfüllt

**Tabelle 1: Modellvergleich (eigene Darstellung)**

### 3 Modellerweiterung

Um die Anforderungen insbesondere des deutschen Rechts sowie der Ethik und Moral zu erfüllen, wird das von Greitzer et al. [7] erstellte Modell erweitert. Dieses Modell ist aufgrund seines ausreichend hohen Abstraktionsniveaus für eine allgemeingültige Betrachtung und Erörterung der problematischen Elemente der „Insider Threat Prediction and Detection“ geeignet. Auf diese Weise wird eine Diskussion von rechtlichen Grenzen bzw. ethisch und moralischen Bedenken vermieden, die sich zu spezifisch auf ein bestimmtes Modell bezieht und von daher nicht auf ein breites Interesse stößt. Des Weiteren werden bei Greitzer et al. Daten des IT-Monitorings mit psychosozialen Informationen kombiniert.

Die Berücksichtigung von psychologischen und persönlichen Daten und Informationen stellt den wohl strittigsten Punkt bei der „Insider Threat Prediction and Detection“ dar. Da nach deutschem Datenschutzrecht eine vollständig automatisierte Entscheidungsfindung nicht gestattet ist, wird im Weiteren eine manuelle Komponente in das „Insider Threat Prediction

and Detection“-System eingeführt. Durch die Abkehr von einem ausschließlich automatisierten Prozess, wird ein „Semiautomatic Insider Threat Prediction and Detection System“ (SITPDS) geschaffen. Bild 1 stellt das im Folgenden beschriebene Modell inklusive der Erweiterungen dar.

### 3.1 Insider Threat Prediction and Detection Management (ITPDM)

Den Hauptbestandteil der manuellen Komponente des SITPDS bildet das „Insider Threat Prediction and Detection Management“ (ITPDM). Das ITPDM stellt eine organisatorische Einheit dar, die sich an dem von Kandias et al. [9] vorgestellten „Management Team“ orientiert. Somit bildet das ITPDM eine Stelle bzw. Abteilung im Unternehmen, deren Aufgabe primär in der Koordination und Durchführung der Identifikation von unternehmensschädlichen Handlungen durch Mitarbeiter besteht. Aufgabe des ITPDM ist die Sicherstellung der Einhaltung von Anforderungen, die der Gesetzgeber an die inhaltliche Prüfung von automatisierten Entscheidungen stellt. Zur Wahrung der Unabhängigkeit ist diese Abteilung direkt der Unternehmensführung unterstellt.

Bevor geeignete Maßnahmen als Reaktion auf automatisierte Entscheidungen ergriffen werden können, muss zunächst das gemäß § 6 a Abs. 2 des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) geforderte dreistufige Verfahren angewendet werden. Bei diesem Verfahren muss der Betroffene über das Vorliegen einer Entscheidung, die Begründung für diese Entscheidung und die Möglichkeiten der Anfechtung informiert werden [2]. Zur Erfüllung dieser Aufgabe wird innerhalb des ITPDM eine Anlaufstelle eingerichtet. Darüber hinaus kommen dem ITPDM weitere Aufgaben im Bereich der Prozessanpassung und -verbesserung zu. Das ITPDM hat beispielsweise dafür Sorge zu tragen, dass der „Insider Threat Prediction“-Prozess stets den technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst wird. Eine weitere wichtige Aufgabe des ITPDM ist die Etablierung und Förderung des Sicherheitsbewusstseins in der Belegschaft durch geeignete Maßnahmen. Dies ist notwendig, da es neben absichtlichen unternehmensschädlichen Handlungen auch solche gibt, die aus Versehen, Unwissenheit oder Ignoranz [13] geschehen.

### 3.2 Daten- und Informationsquellen

Neben der Forderung nach einer möglichst hohen Effizienz der „Insider Threat Prediction and Detection“, steigern auch die rechtlichen und ethischen sowie moralischen Rahmenbedingungen die Bedeutung der Quellenauswahl. Nicht jede technisch mögliche Daten- und Informationsquelle ist von vornherein auch aus rechtlicher, ethischer oder moralischer Sicht akzeptabel. Daten- und Informationsquellen können grundsätzlich in drei Kategorien unterteilt werden.

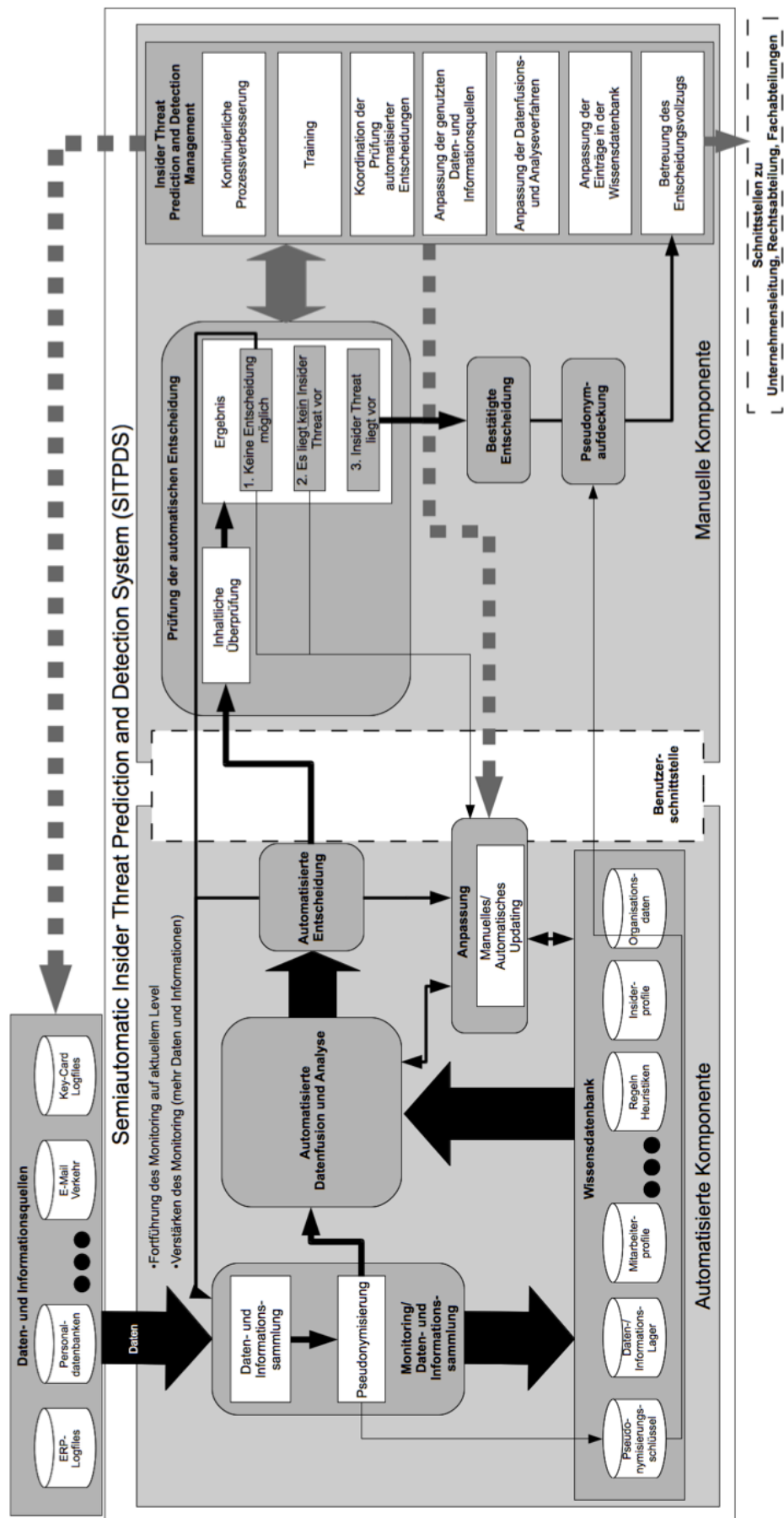


Bild 1: SITPDS Modell (eigene Darstellung in Anlehnung an [7])



Zum einen gibt es Quellen, welche die rechtlichen und ethischen Rahmenbedingungen nicht verletzen und daher uneingeschränkt zur „Insider Threat Prediction and Detection“ genutzt werden können. Darunter fallen Quellen, die einen eher technischen Hintergrund besitzen, wie beispielsweise die Auswertung von Zeiterfassungskarten oder die Protokollierung über Gebäudezutritte und Quellen, die einen starken Personenbezug haben. In diesem Zusammenhang sind Profile zu sehen, die auf Basis des Feedbacks von Vorgesetzten oder anderen Mitarbeitern erstellt werden sowie die Überwachung von Leistungen, Fähigkeiten und Disziplin oder gar Hintergrundüberprüfungen [3].

Unter die zweite Kategorie fallen Daten- und Informationsquellen, die ausschließlich beim Vorliegen bestimmter Sachverhalte zulässig sind. Eine Totalüberwachung der Mitarbeiter ist grundsätzlich unzulässig. Da die Nutzung einiger Quellen einen so intensiven Eingriff in die Privatsphäre des Arbeitnehmers bedeutet, überwiegt nicht von vornherein das Interesse des Arbeitgebers. Beim Vorliegen bestimmter Bedingungen gewinnt das Arbeitgeberinteresse jedoch an Gewicht. Eine solche Bedingung kann beispielsweise ein konkreter Verdacht hinsichtlich der Durchführung oder Planung einer unternehmensschädlichen Handlung durch einen bestimmten Mitarbeiter sein [4].

Des Weiteren existieren Quellen, die aufgrund der Intensität des Eingriffs in die Privatsphäre des Mitarbeiters generell ausgeschlossen werden müssen. Hierzu zählen beispielsweise ärztliche oder psychologische Gutachten sowie Informationen aus Führungszeugnissen [3]. Für die Nutzung dieser Quellen muss ein direkter Bezug der begangenen Straftat mit der ausgeübten Tätigkeit bestehen [5]. Zur Vermeidung von rechtlichen Schwierigkeiten ist die frühzeitige Festlegung der für das SITPDS zu nutzenden Daten- und Informationsquellen notwendig.

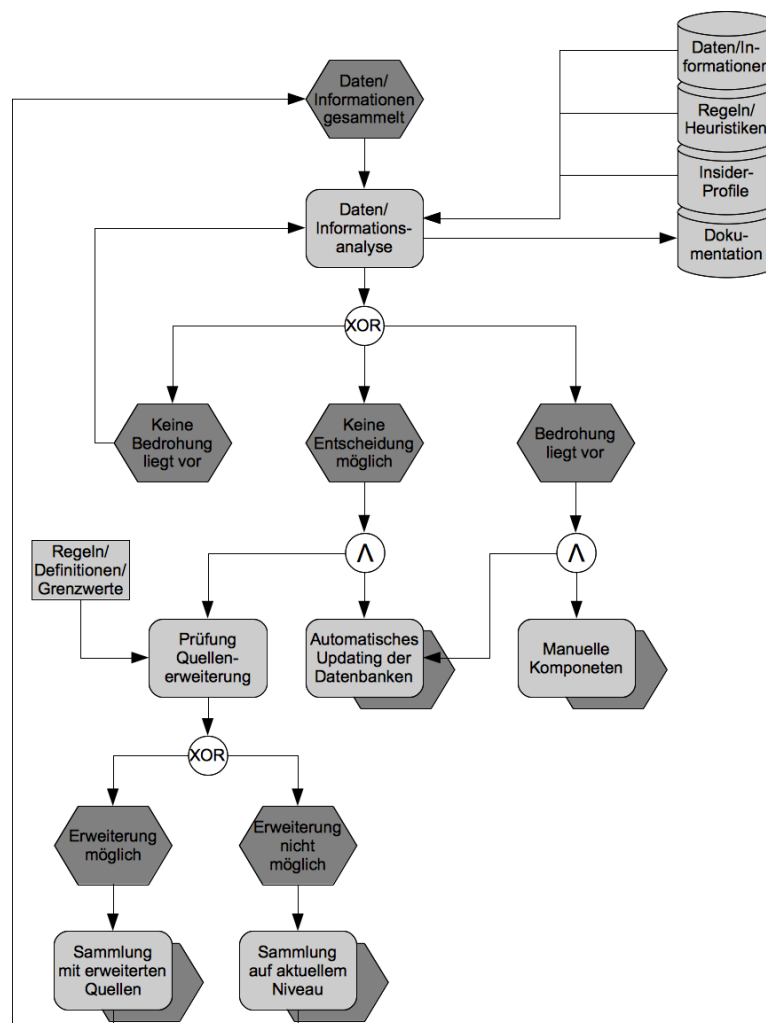
### **3.3 Sammlung und Pseudonymisierung von Daten und Informationen**

Auch wenn schon vor Beginn der Daten- und Informationssammlung festgelegte Quellen als rechtlich und moralisch unbedenklich gelten, ist weiterhin zu beachten, dass die Vollkontrolle eines Mitarbeiters ohne konkreten Verdacht auf eine unternehmensschädliche Handlung nicht zulässig ist. Obgleich die Daten- und Informationsquellen im SITPDS generell als zulässig eingestuft werden, ist eine Pseudonymisierung in Anlehnung an das von Flegel [6] vorgestellte Verfahren empfehlenswert. Die Umkehrung der Pseudonymisierung darf solange niemandem möglich sein, bis eine Reidentifizierung aufgrund der Ergebnisse des Entscheidungsprozesses ausdrücklich erlaubt ist. Zur Reidentifizierung berechnete Ergebnisse des Entscheidungsprozesses, sind vorab genau festzulegen. Des Weiteren muss trotz der Pseudonymisierung gewährleistet sein, dass im Analyseprozess unternehmensschädliche Handlungen mit der gleichen Präzision entdeckt werden können, wie es mit den Originaldaten und -informationen möglich ist.

### **3.4 Entscheidungsprozess**

Das SITPDS beinhaltet einen automatisierten und einen manuellen Entscheidungsprozess. Den Kern des automatisierten Entscheidungsprozesses (siehe Bild 2) bildet die Daten- und Informationsanalyse. Hier wird an dem von Greitzer et al. [7] entwickelten Vorgehen festgehalten, indem aus der Beobachtung von Daten und Informationen Indikatoren abgeleitet werden. Daraus können Rückschlüsse auf ein bestimmtes Mitarbeiterverhalten gezogen werden. Dabei werden Daten und Informationen aus dem psychologischen Profiling und

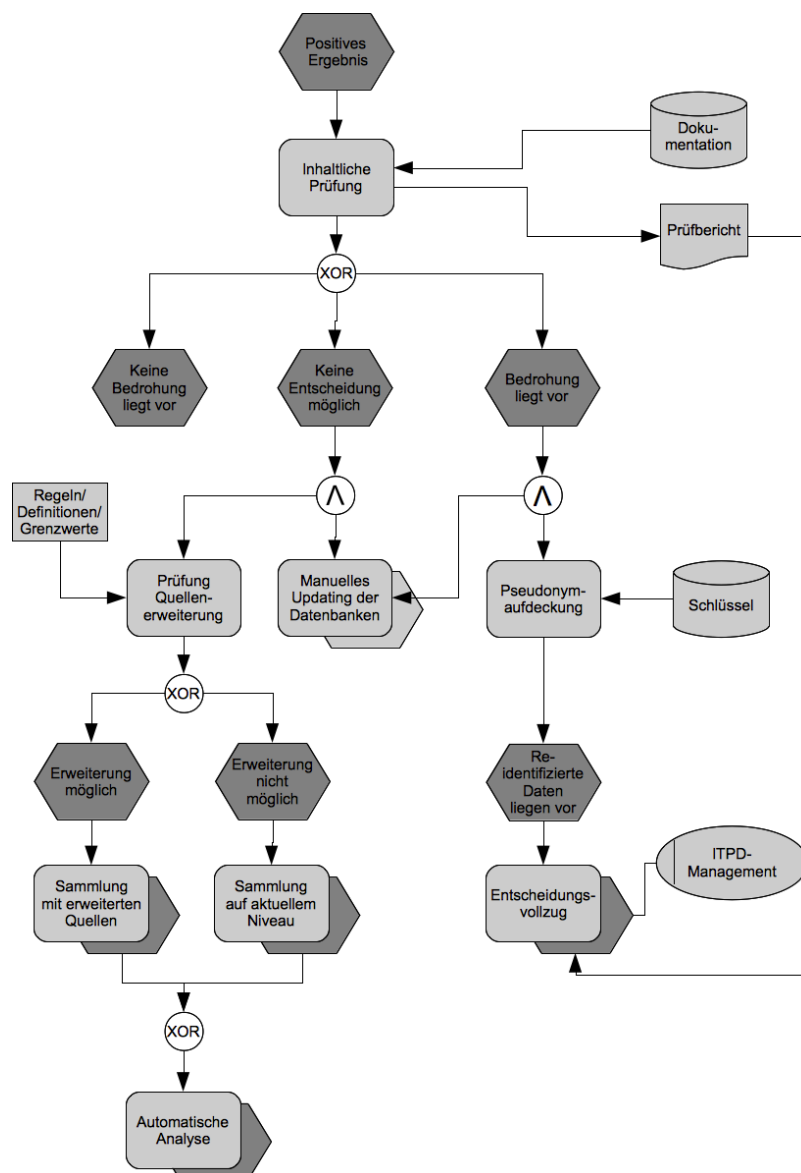
IT-Nutzer-Profilung verwendet, wie beispielsweise von Kandias et al. [12] beschrieben. Daten und Informationen des IT-Monitorings können u. a. die Zugriffe eines Mitarbeiters auf bestimmte zugriffsbeschränkte Dateien sein. Anschließend können mit der Methode von Althebyan/Panda [14] mögliche Bedrohungen vorhergesagt werden. Auch ein Abgleich des aufgezeichneten realen Verhaltens von Mitarbeitern mit zuvor festgelegten Insider-Profilen ist an dieser Stelle denkbar. Ergebnis des automatisierten Analyseprozesses ist eine Entscheidung, ob eine unternehmensschädliche Handlung vorliegt, weitere Daten und Informationen benötigt werden oder keine Bedrohung zu erkennen ist. Diese Entscheidung ist mit Risiko-Scorewerten bzw. Risikomaßen begründet, die nach Verfahren berechnet werden, wie beispielsweise von Magklaras/Furnell [12] oder Kandias et al. [9] vorgestellt.



**Bild 2:** EPK-Diagramm des automatisierten Entscheidungsprozess (eigene Darstellung)

Während der Daten- und Informationsanalyse ist eine ausführliche Dokumentation der verwendeten Daten und Informationen, der Analysemethoden und des Ablaufs der Analyse wichtig. Dies ist notwendig für die anschließende inhaltliche Kontrolle der automatisierten Entscheidung durch eine natürliche Person. Eine manuelle, inhaltliche Kontrolle erfolgt, wenn die automatisierte Analyse zu dem Ergebnis gekommen ist, dass eine unternehmensschädliche Handlung vorliegt. In einem solchen Fall wird auch die Wissensdatenbank automatisch aktualisiert, indem neue Erkenntnisse zu vordefinierten Insider-Profilen gespeichert werden.

Wenn keine Entscheidung durch die automatisierte Analyse gefällt werden kann, findet sowohl ein Update der Wissensdatenbank statt als auch die Prüfung, ob weitere Quellen zur Daten- und Informationsbeschaffung herangezogen werden können. Dies ist denkbar, wenn beispielsweise eine bestimmte Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer unternehmensschädlichen Handlung berechnet worden ist, welche aber noch nicht zur endgültigen Bestätigung einer Bedrohung ausreicht. Ist eine Quellenerweiterung möglich, wird der Analyseprozess mit den zusätzlichen Daten und Informationen aus den hinzugezogenen Quellen erneut durchlaufen. Reichen die Bedingungen nicht für eine Erweiterung der Quellen aus oder liegen keine Anzeichen für eine unternehmensschädliche Handlung vor, wird das Analyseverfahren mit den bisherigen Quellen weiter durchlaufen.



**Bild 3:** EPK-Diagramm des manuellen Prüfungsprozesses (eigene Darstellung)

Der manuelle Entscheidungsprozess ist dem automatisierten Entscheidungsprozess direkt nachgelagert. Er ist notwendig, da eine vollständig automatisierte Entscheidungsfindung durch § 6 a BDSG verboten ist [2]. Der manuelle Prozess beginnt, sobald eine positive automatisierte Entscheidung vorliegt (siehe Bild 3). Positiv in diesem Zusammenhang bedeutet,

dass laut dem Ergebnis der automatisierten Daten- und Informationsanalyse konkrete Hinweise auf eine unternehmensschädliche Handlung vorliegen. Den Kern des manuellen Entscheidungsprozesses stellt die inhaltliche Prüfung der automatisierten Entscheidung dar. Dabei muss durch eine natürliche Person überprüft werden, ob das positive Ergebnis der automatisierten Daten- und Informationsanalyse gerechtfertigt ist. Hierzu muss die prüfende Person eine entsprechende Befugnis besitzen und Zugriff auf die notwendigen Daten und Informationen zum Nachvollzug der automatisierten Entscheidung haben [16]. Aus diesem Grund werden die verwendeten Daten und Informationen, die Analysemethoden und der Ablauf der Analyse während der automatisierten Prüfung dokumentiert.

Während der manuellen inhaltlichen Prüfung wird ein Bericht erstellt, der für die spätere Begründung der Entscheidung von Bedeutung ist. Die möglichen Ergebnisse der inhaltlichen Prüfung der Entscheidung können denen der automatisierten Analyse entsprechen. Liegt entgegen der automatisierten Entscheidung keine Bedrohung vor, endet der Prozess.

Kann der Prüfer anhand der vorliegenden Daten und Informationen keine Entscheidung treffen, ist das Hinzuziehen weiterer Quellen zu eruieren. Das Vorgehen entspricht dem des automatisierten Entscheidungsprozesses. Zur Verbesserung der Qualität zukünftiger automatisierter Entscheidungen, wird im Gegensatz zum vollständig automatisierten Entscheidungsprozess bei jeder manuellen inhaltlichen Prüfung die Wissensdatenbank aktualisiert. Bestätigt die manuelle, inhaltliche Prüfung die automatisierte Entscheidung, werden die pseudonymisierten Daten und Informationen reidentifiziert. Auf dieser Basis kann nun das ITPDM mit der Durchführung geeigneter Maßnahmen beginnen.

## 4 Diskussion

Das wichtigste Element des SITPDS ist die Einführung einer manuellen Komponente. Durch die Abkehr von einem vollständig automatisierten Prozess zur „Insider Threat Prediction and Detection“ kann ein semiautomatisiertes Modell präsentiert werden, welches die in Deutschland geltenden rechtlichen Grenzen einhält und ethische sowie moralische Bedenken berücksichtigt. Die manuelle Komponente ist für die Konfiguration, kontinuierliche Verbesserung und Anpassung der automatischen Komponente sowie der Daten- und Informationsquellen zuständig. Darüber hinaus ist diese für die Überprüfung und die Durchsetzung der automatisierten Entscheidungen aus rechtlichen Gründen notwendig.

Im Gegensatz zu rechtlichen Grenzen, die auf der Prozessebene Anwendung finden, spielen Ethik und Moral auf einer übergeordneten Ebene eine Rolle. Ethische und moralische Bedenken treten auf, wenn über die Einführung eines „Insider Threat Prediction and Detection“-System entschieden werden soll. Im Vordergrund steht hierbei die Abwägung der Persönlichkeitsrechte von Mitarbeitern und anderen Insidern gegenüber den Rechten von Stakeholdern, wie beispielsweise Eigentümern. Um ein Arbeitsklima des gegenseitigen Vertrauens zu schaffen und eine gute Sicherheitskultur innerhalb des Unternehmens zu entwickeln, ist die aktive Beteiligung von Mitarbeitern am Sicherheitskonzept unabdingbar [14].

Die Fokussierung auf die Anforderungen der deutschen Gesetzgebung stellt eine Schwachstelle des hier präsentierten Modells dar. Für andere Rechtsräume kann eine Anpassung des Modells notwendig sein. Dies ist vor allem für international tätige Unternehmen wichtig, deren Standorte auf mehrere Länder und somit unterschiedliche Rechtsräume verteilt sind.

Damit das diskutierte Modell trotz seines hohen Abstraktionsniveaus in der Praxis Anwendung finden kann, ist ein Herunterbrechen auf die Anwendungsebene und die Entwicklung realisierbarer Tools und Analyseverfahren notwendig. Auch konkrete Organisationsstrukturen und -abläufe müssen noch erarbeitet werden, da aus dem Prozess zur Identifikation unternehmensschädlicher Handlungen ernsthafte Rechtsfolgen für die Betroffenen erwachsen. Ein weiterer wichtiger Punkt für den Praxiseinsatz eines SITPDS ist das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen einhergehender Präventionsmaßnahmen.

## 5 Fazit

Bei der Betrachtung von verschiedenen Modellen zur „Insider Threat Prediction and Detection“ wird deutlich, dass es derzeit unterschiedliche Herangehensweisen gibt. Jedoch werden die Aspekte von Recht und Moral sowie Ethik nicht ausreichend berücksichtigt. So geht der Großteil der Autoren nicht auf ethische und moralische Bedenken ein. Die rechtlichen Grenzen werden in der Literatur nur im Ansatz behandelt. Dieser Aufsatz zeigt, wie ein System zur „Insider Threat Prediction and Detection“ ausgestaltet werden kann, um den Anforderungen des deutschen Datenschutzrechts und den Mitbestimmungsrechten der Arbeitnehmer sowie den Forderungen von Ethik und Moral gerecht zu werden. Die wichtigste Neuerung dieses Aufsatzes ist die Abkehr von einer vollständig automatisierten „Insider Threat Prediction and Detection“ durch die Einführung eines SITPDS. Zumindest nach deutschem Recht ist die Durchführung eines vollständig automatisierten Prozesses nicht zulässig und die Einführung einer manuellen Komponente notwendig. Dieser Sachverhalt findet bisher in der Literatur wenig Berücksichtigung, was auch darauf zurückzuführen ist, dass sich die Autoren vornehmlich auf den US-amerikanischen Rechtsraum konzentrieren. Zwar ist das Problem der rechtlichen Grenzen und ethischen sowie moralischen Bedenken bekannt, spielt jedoch eine untergeordnete Rolle.

Unternehmensschädliche Handlungen stellen eine starke Bedrohung für Unternehmen dar. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die automatisierte Identifikation solcher Bedrohungen in den nächsten Jahren noch weiter an Bedeutung gewinnen wird. Um in der Praxis Anwendung finden zu können, ist die Berücksichtigung von rechtlichen und ethischen sowie moralischen Rahmenbedingungen in den bisher noch sehr theoretischen Modellen notwendig. Das Thema bietet weiteres Forschungspotenzial, u. a. in Bezug auf die Berücksichtigung der berechtigten Interessen aller Beteiligten. Compliance bei „Insider Threat Prediction and Detection“ durch die Berücksichtigung rechtlicher Grenzen und ethischer sowie moralischer Bedenken ist also nicht allein durch technische Maßnahmen zu erreichen, sondern erfordert die Schaffung entsprechender organisatorischer Strukturen und Prozesse.

## 6 Literatur

- [1] Däubler, W (2009): Gläserne Belegschaften? 5. Auflage, Bund-Verlag, Frankfurt am Main.
- [2] Gola, P; Schomerus, R (2010): BDSG Kommentar. 10. Auflage, Verlag C. H. Beck, München.
- [3] Gola, P; Wronka, G (2010): Handbuch zum Arbeitnehmerdatenschutz. 5. Auflage, Datakontext, Frechen.
- [4] Thüsing, G (2010): Arbeitnehmerdatenschutz und Compliance: Verlag C. H. Beck, München.
- [5] Wohlgemuth, H (1988): Datenschutz für Arbeitnehmer. 2. Auflage, Luchterhand, Neuwied.
- [6] Flegel, U (2010): Privacy Compliant Internal Fraud Screening; In: Pohlmann/Reimer/Schneider (Hrsg.), *Securing Electronic Business Processes*. Vieweg, Wiesbaden.
- [7] Greitzer, FL et al. (2010): Combining Traditional Cyber Security Audit Data with Psychological Data: Towards Predictive Modeling for Insider Threat Mitigation; In: Probst/Hunker/Gollmann (Hrsg.), *Insider Threats in Cyber Security*. 1. Edition; Springer, Heidelberg.
- [8] Islam, A et al. (2010): Fraud Detection in ERP Systems Using Scenario Matching; In: Rannenberg/Vradharajan/Weber (Hrsg.), *Security and Privacy: Silver Linings in the Cloud: Proceedings of International Information Security Conference (SEC 2010)*. 1. Auflage, Springer, Heidelberg.
- [9] Kandias, M et al. (2010): An Insider Threat Prediction Modell; In: Katsikas/Lopez/Soriano (Hrsg.), *Trust, Privacy and Security in Digital Business*; Springer.
- [10] CSO Magazine (2008): 2007 E-Crime Watch Survey.
- [11] Flowerday, S et al. (2006): Continuous auditing technologies and models: A discussion; Computers & Security Band 25, Juli 2006.
- [12] Magklaras, GB; Furnell, SM (2004): A preliminary model of end user sophistication for insider threat prediction in IT systems. Computers & Security Band 24, 2005.
- [13] Sarkar, KR (2010): Assessing insider threats to Information security using technical, behavioural and organisational measures. Information Security Technical Report Band 15, August 2010.
- [14] Wiele, J (2011): Vertrauensfragen – Unternehmenssicherheit und Führungspraxis. DuD – Datenschutz und Datensicherheit 7/2011.
- [15] Althebyan, Q; Panda, B (2007): A Knowledge-Base Model for Insider Threat Prediction. In: United States Military Academy, *Proceedings of the 2007 IEEE Workshop on Information Assurance*. West Point, NY 20-22 June 2007.
- [16] Deutscher Bundestag (2008); Drucksache 16/10529, Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Bundesdatenschutzgesetzes.

# **Enterprise Transformation**





# **Transformation in Telecommunication – Analyse und Clustering von Real-life Projekten**

**Christian Czarnecki**

(1) Detecon International GmbH, 53227 Bonn, E-Mail: Christian.Czarnecki@detecon.com

(2) Otto-von-Guericke-Universität, Fakultät für Informatik, 39106 Magdeburg

**Axel Winkelmann**

Westfälische-Wilhelms-Universität,

European Research Center for Information Systems (ERCIS), 48149 Münster,

E-Mail: Axel.Winkelmann@ercis.uni-muenster.de

**Myra Spiliopoulou**

Otto-von-Guericke-Universität, Fakultät für Informatik, 39106 Magdeburg,

E-Mail: myra@iti.cs.uni-magdeburg.de

## **Abstract**

Die Veränderungen des Telekommunikationsmarktes haben in der Praxis zu einer Vielzahl von Transformationsprojekten geführt. Was gehört aber zu einem "Transformationsprojekt", welche Prozesse und Systeme werden verändert? Zur Beantwortung dieser Frage haben wir 184 Berichte zu Projekten analysiert, die als "Transformationsprojekte" bezeichnet waren. Für die Analyse haben wir einen Kodierungsrahmen konzipiert und anhand dessen die Berichte mit einem hierarchischen Clustering-Verfahren in Themen gruppiert. Die Ergebnisse liefern Hinweise über die in der Praxis gesetzten Schwerpunkte und Prioritäten. Sie können somit als Unterstützung für Unternehmen dienen, die ein Transformationsprojekt planen. Sie weisen zudem darauf hin, in welchen Bereichen eines Unternehmens Unterstützung durch wissenschaftlich erprobte Werkzeuge und Modelle nötig ist.

## **1 Einleitung**

Die Telekommunikationsindustrie hat in den letzten Jahrzehnten eine nahezu revolutionäre Veränderung durchlaufen [1]. Die konventionelle Festnetztelefonie wird zunehmend von ubiquitären mobilen Diensten substituiert [13]. Durch die Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes ist Wettbewerb entstanden und hat über die Jahre stark zugenommen. Somit sind auch die Ansprüche von Kunden an Servicequalität gestiegen [11] und eine stärkere

Kundenorientierung wird erwartet [5]. Gleichzeitig führt der weltweite Wettbewerb zu gestiegenen Anforderungen nach innovativen Kommunikationsdiensten verbunden mit einem harten Preiskampf [12].

Telekommunikationsunternehmen haben auf diese Veränderungen mit fundamentalen Veränderungen (Transformation) ihrer Strategie, Organisation, Prozesse und Technologie reagiert. Vertikalisierung [7] und flexible Allianzen [10] charakterisieren neue Beziehungsmodelle zu externen Partnern. Intern werden Prozesse und Informationssysteme an die neuen Anforderungen angepasst [4][6]. Projekte zur Realisierung dieser Veränderung werden im Folgenden als Transformationsprojekte bezeichnet. Die generelle Unterstützung solcher Transformationen wird in der Wirtschaftsinformatik zumeist branchen-neutral durch eine übergreifende Betrachtung im Rahmen von Enterprise Architecture (EA) Ansätzen diskutiert (siehe z. B. [8], [20], [21], [22]).

Mit Bezug auf Transformationsprojekte in der Telekommunikationsindustrie existieren in der Literatur umfangreiche Diskussionen der technischen Herausforderungen (siehe z. B. [3], [4], [11]), wie z. B. die Einführung neuer IP-basierter Netzwerke. Darüber hinaus bietet das TM Forum als weltweiter Zusammenschluss von Unternehmen und Organisationen Referenzmodelle und Lösungsvorschläge zur Unterstützung von Transformationsvorhaben in der Telekommunikationsindustrie an. Ein Ziel ist die Definition eines industriespezifischen Enterprise Architecture Framework, das in Teilen bereits von der International Telecommunication Union (ITU) als Standard bestätigt wurde. Es wird unter dem Namen „Framework“ weltweit eingesetzt [14] (siehe Abschnitt 2).

Jedoch ist auch bei der Anwendung solcher industriespezifischen EA Modelle davon auszugehen, dass sie nicht im Sinne einer „one-size-fits-all“ Lösung genutzt werden können. Vielmehr ist die Lösungsgestaltung abhängig von der konkreten Situation eines Transformationsvorhabens [15]. Insofern ist es erforderlich, die unterschiedlichen Transformationsvorhaben zu verstehen, um daraus Rückschlüsse auf spezifische Anforderungen an unterstützende Modelle und Standards abzuleiten.

Diese Thematik wird im vorliegenden Artikel durch die Analyse von Berichten zu konkreten Transformationsprojekten in der Telekommunikationsindustrie [19] untersucht. Für diese unüberwachte Analyse von Berichten in Textform wurde ein Coding Framework entwickelt, das eine Strukturierung von Merkmalen entlang der Dimensionen Strategie, Prozesse und Informationssysteme darstellt. Auf Basis dieses Coding Framework wurden die spezifischen Merkmale der einzelnen Projektberichte erfasst. Im nächsten Schritt wurde ein Data-Mining-Verfahren (agglomeratives Clustering) angewendet, das Gruppen von Projekten mit ähnlichen Merkmalen identifizierte, aus denen Transformations-„themen“ abgeleitet wurden<sup>1</sup>. Dabei wurden die genutzten Modelle und Standards in Abhängigkeit von den Themen betrachtet. Ziel ist die Unterteilung in unterschiedliche Themen sowie die Identifikation von Spezifika im Hinblick auf die verwendeten Modelle.

Der Artikel ist wie folgt strukturiert: In Abschnitt 2 wird die relevante Literatur zu Transformationsprojekten diskutiert. Danach werden in Abschnitt 3 das Coding Framework und die Methodik der Analyse beschrieben. Im Abschnitt 4 werden die Ergebnisse der Analyse diskutiert. Der letzte Abschnitt gibt eine Zusammenfassung sowie einen Ausblick auf die nächsten Forschungsaktivitäten.

---

<sup>1</sup> Ein „Thema“ ist eine Kombination von Merkmalen, die für eine Gruppe charakteristisch ist.

## 2 Transformation von Telekommunikationsunternehmen

### 2.1 Bestehende Ansätze zur Unterstützung von Transformationsprojekten

Im Folgenden wird unter einem Transformationsprojekt jede strukturierte Initiative, die (a) die Veränderung eines Unternehmens (z. B. bestimmter Geschäftsprozesse und / oder Informationssysteme) anstrebt und (b) dabei einen erkennbaren Einfluss auf das Unternehmen hat, subsumiert. Dabei kann eine Transformation als eine Veränderung in Richtung einer neuen Geschäftslösung verstanden werden.

Die Modellierung der Geschäftslösung kann mit Hilfe von "Enterprise Architecture" Ansätzen durchgeführt werden (siehe z. B. [8], [20], [21], [22]). „Enterprise Architecture“ wird vom ANSI/IEEE Standard 1471-2000 als statische und grundlegende Struktur einer Organisation, ihrer individuellen Elemente sowie deren Beziehung untereinander und mit der Umwelt definiert [21]. Generell stellt ein „Enterprise Architecture Framework“ eine Sammlung von Metamodellen, Methoden für Design und Bewertung und eine standardisiertes Vokabular dar [21]. Es existieren eine Vielzahl von unterschiedlichen Enterprise Architecture Frameworks (z. B. Zachman, TOGAF), siehe [20] für eine umfangreiche Darstellung und Diskussion.

Als spezifische Empfehlung für die Telekommunikationsindustrie hat das TM Forum ein Enterprise Architecture Framework entwickelt, das sie als „Framework“<sup>2</sup> bezeichnet [14]. Dabei ist das Ziel, eine einheitliche Struktur und Vokabular zur Unterstützung von Transformationsvorhaben bereitzustellen. Es enthält Industriestandards für Prozesse und Systeme, Methoden für Design und Umsetzung, sowie Konzepte für die Interoperabilität von verteilten Lösungen unterschiedlicher Anbieter. In dieser Untersuchung wurde „Framework“ als Grundlage für die Entwicklung des Coding Framework verwendet (siehe Abschnitt 3).

Da die Transformation jedoch einen dynamischen Veränderungsprozess darstellt, ist neben der Modellierung der angestrebten Lösung auch der Transformationsprozess an sich zu betrachten, was auf der Makroebene durch die zeitliche Planung unterschiedlicher Sollmodelle erreicht werden kann [2]. Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die Inhalte einzelner Transformationsvorhaben, wobei die Analyse der zeitlichen Abhängigkeiten als nächster Schritt möglich ist.

### 2.2 Projektberichte über Transformationsprojekte

Seit 2006 sammelt das TM Forum Berichte von Projekten in der Telekommunikationsindustrie [19]. Diese Berichte können im Hinblick auf vielfältige Fragestellungen untersucht werden. In [5] wird beispielsweise die Analyse von 38 dieser Projektberichte im Hinblick auf die Rolle von Kundenzufriedenheit beschrieben. Für diese Analyse wird ein Coding Framework verwendet, das an die typischen Ebenen eines Enterprise Architecture Framework sowie das TM Forum spezifische „Framework“ angelehnt ist. Im vorliegenden Artikel wird der gleiche Ansatz zur Analyse von TM-Forum-Projektberichten als Startpunkt der Untersuchung genutzt. Jedoch ist die Zielsetzung deutlich von [5] abgegrenzt: Statt der Analyse des singulären Merkmals „Kundenzufriedenheit“, ist der Untersuchungsgegenstand umfassend auf die Identifikation von dominanten Merkmalen in Transformationsprojekten ausgelegt. Aus diesem

---

<sup>2</sup> Das TM Forum nutzt die folgenden Begriffe für sein EA Framework: NGOSS, Solution Framework, TM Forum Framework (chronologische Reihenfolge). Die drei Bezeichnungen können als gleichwertig angesehen werden. In diesem Artikel wird die aktuelle Bezeichnung „Framework“ verwendet.

Grund wurde das Coding Framework durch die Entwicklung einer komplett neuen Detailebene deutlich erweitert. Außerdem wurde die gesamte Datenbasis von 184 Projektberichten analysiert und ein agglomeratives Clustering zur Auswertung angewendet.

Schubert und Williams berichten in [17] von der Analyse von Projekten zur Einführung von ERP-Systemen. Solche Projekte können als Transformationsprojekte angesehen werden, da sie umfangreiche Veränderungen der Geschäftsprozesse und Informationssysteme erfordern. Jedoch unterscheidet sich die Zielsetzung der in [17] beschriebenen Analyse, den Zusammenhang zwischen geschäftlichen Veränderungen und deren Nutzen zu untersuchen und zu bewerten, klar von unserem Ziel, einer Identifikation von charakteristischen Merkmalen von Transformationsprojekten. Allerdings ist die in [17] beschriebene generelle Vorgehensweise übertragbar auf die vorliegende Untersuchung, die demzufolge auch in die drei Phasen (1) Initialisierung, (2) Untersuchung, (3) Konsolidierung unterteilt wurde. Außerdem wurde in Anlehnung an die in [17] beschriebene Methodik, ein Coding Framework (siehe Abschnitt 3) als Grundlage der Untersuchung genutzt.

### 3 Untersuchung von Transformationsprojekten in der Telekommunikationsindustrie

Die Datenbasis dieser Untersuchung sind Projektberichte, die als Dokumente vorliegen und Fließtext sowie Abbildungen enthalten. Im ersten Schritt wurde ein Coding Framework für eine semantische Analyse der Projektberichte entwickelt. Es besteht aus einer Struktur von Merkmalen / Aspekten, die aus für die Telekommunikationsindustrie existierenden Standards und Modellen abgeleitet sind. Anhand einer semantischen Analyse wurden Projektberichte in den durch das Coding Framework definierten Merkmalsraum überführt. Als nächsten Schritt wurde eine Clusteranalyse über diesen Merkmalsraum zum Auffinden von ähnlichen Projekten durchgeführt. Zuletzt wurden die gefunden Cluster auf dominante Merkmale untersucht, um ein Thema als Bezeichnung des Clusters zu finden und deren Zusammenhang zu den genutzten Modellen zu identifizieren. Im Folgenden werden das Coding Framework, die Projektberichte und die durchgeführte Clusteranalyse erläutert.

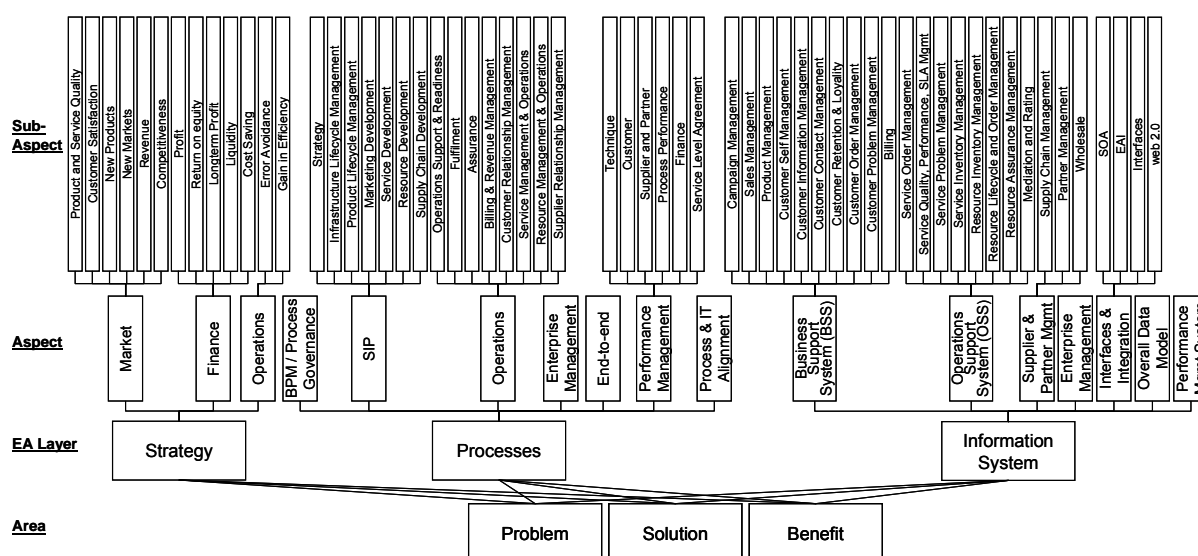
#### 3.1 Entwicklung des Coding Framework

Die in [5] und [17] beschriebene Methodik war Grundlage für die Entwicklung eines eigenen Coding Framework (siehe Bild 1). Die im TM Forum „Framework“ beschriebenen Modelle bilden die Basis für die Auswahl der relevanten Merkmale. Dabei ist das Coding Framework in die vier Dimensionen „Bereich“, „EA-Ebene“, „Aspekt“ und „Sub-Aspekt“ unterteilt. Die ersten drei Dimensionen sind an [5] angelehnt, wobei eine weitere Detaillierung durch die Dimension „Sub-Aspekt“ hinzugefügt wurde.

Die Dimension „Bereich“ verweist auf den Kontext in dem der Aspekt / Sub-Aspekt im Projektbericht auftaucht: (a) ein beobachtetes *Problem*, (b) eine vorgeschlagene *Lösung*, (c) ein identifizierter *Nutzen*. „EA-Ebene“ definiert den Teil des Unternehmens, der im Projektbericht angesprochen wird. Hier wird grob in *Strategie*, *Prozesse* und *Informationssysteme* unterteilt. Die Dimensionen „Aspekt“ und „Sub-Aspekt“ sind eine Sammlung der spezifischen Inhalte, die in den einzelnen EA-Ebenen für ein Telekommunikationsunternehmen relevant sind. Beide basieren auf den existierenden Standards, so folgt z. B. die EA-Ebene *Prozesse* dem in „Framework“ enthaltenen „Business Process Framework“. Die Dimensionen EA-Ebene, Aspekt

und Sub-Aspekt sind hierarchisch strukturiert und bilden die Grundlage der Einordnung von Transformationsprojekten. So ist z. B. eine Transformation, die eine Vielzahl der Aspekte / Sub-Aspekte adressiert, klar von einer Transformation zu unterscheiden, die ausschließlich einige wenige Aspekte / Sub-Aspekte berücksichtigt.

Da sowohl die Projektberichte als auch „Framework“ in Englisch vorliegen, ist das Coding Framework auf Englisch definiert. Bild 1 zeigt das komplette Coding Framework. So ist z. B. die zweite EA-Ebene *Prozesse* in sieben Aspekte strukturiert. Auf der nächsten Detaillierungsebene enthält z. B. der Aspekt „Strategy, Infrastructure and Product“ (SIP) die Prozesse zur Entwicklung von Strategie, Infrastruktur und Produkten, während der Aspekt „Operations“ die operativen Prozesse (z. B. Verkauf eines Produktes) umfasst. Gemäß der hierarchischen Logik des Coding Frameworks wurden diese Aspekte in der Ebene Sub-Aspekt weiter unterteilt. So wurde z. B. der Aspekt „Operations“ in acht Sub-Aspekte detailliert, wie z. B. „Fulfilment“ (die Bereitstellung eines Produktes) und „Assurance“ (die Entörung im Problemfall). Insgesamt wurden 17 Aspekte und 62 Sub-Aspekte sowie deren hierarchische Abhängigkeiten definiert.



**Bild 1:** Coding Framework für die Analyse der Projektberichte

### 3.2 Coding der Projektberichte

Das TM Forum hat im Mai 2006 mit der Veröffentlichung von Projektberichten in sogenannten Case-Study-Handbüchern begonnen [19]. Die Projektberichte wurden von Projektteilnehmern (z. B. Telekommunikationsunternehmen, Lieferanten, Systemintegratoren) eingereicht. Es besteht keine direkte Beziehung zwischen der hier vorgestellten Forschung und der Veröffentlichung der Projektberichte. Insofern können die Berichte als unvoreingenommen in Bezug auf die Forschungsfrage angesehen werden. Jeder Projektbericht ist in die drei Abschnitte (1) Problembeschreibung, (2) Lösungsumsetzung, (3) Ergebnisse unterteilt.

Für die Untersuchung wurden alle 231 zwischen Mai 2006 und Dezember 2009 veröffentlichten Projektberichte berücksichtigt. In einer ersten Sichtung wurden solche Berichte von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen, die keine korrekt beschriebenen Projekte darstellen. So waren z. B. einige Berichte enthalten, die offensichtlich als Werbung für ein bestimmtes Produkt ohne echten Projektbezug anzusehen sind. Außerdem enthielten einige

Berichte wenig Text und bestanden fast ausschließlich aus generischen Abbildungen. Nach Ausschluss dieser Berichte wurde das Coding anhand des Coding Framework (siehe Abschnitt 3.1) für eine Grundgesamtheit von 184 Projektberichten durchgeführt. Bild 2 zeigt ein beispielhaftes Ergebnis dieses Coding.

Case	Area	EA Layer	Aspect	Sub-Aspect	Literally in Text
35	Solution	Information System	BSS	Billing	Billing & Active Customer Management solution covers many of the TAM components; flexible billing models such as hybrid pricing plans, a holistic customer experience across all touch points and the ability to deliver any service over its network
35	Solution	Processes	Operations	Customer Relationship Management	customer interface management; customer interface management; order handling; bill/invoice management; bill payment, receivables management; management of bill events

**Bild 2:** Ergebnis des Coding (Auszug)

### 3.3 Durchführung der Clusteranalyse

Das Coding der Projektberichte ergab eine Matrix von 184 Berichten mit 68 Merkmalen, d. h. 68 unterschiedliche Kombinationen aus Aspekten und Sub-Aspekten (s. Bild 1). Es wurden Cluster aus solchen Projekten gebildet, die die gleichen Merkmale aufweisen. Diese Cluster wurden analysiert, um Gruppen von Merkmalen zu finden, die eine eindeutige Beschreibung für die in den Projekten dargestellte Transformation sind. Zur Anwendung des Clustering Algorithmus wurde jeder Projektbericht in einen  $\{0,1\}$ -Vektor über den 68-dimensionalen Merkmalsraum überführt. Somit wurde dem Merkmal eines Projektes nur eine „1“ in der Vektorposition zugewiesen, wenn das Merkmal in dem Bericht beschrieben wird. Dieses Vorgehen ist ähnlich zum „Vector-space Model“, welches im Information Retrieval und Text Mining genutzt wird. Anschließend wurde ein Clustering auf diesem booleschen Vektor durchgeführt. Dazu wurde das Kosinus-Ähnlichkeitsmaß aufgrund des hochdimensionalen Merkmalsraums zum Vergleich der Vektoren genutzt. Im Detail wurde ein agglomeratives Clustering mit dem Ward-Kriterium für die Zusammenführung von Clustern und das Kosinus-Ähnlichkeitsmaß für die Berechnung von Abständen zwischen den Projekten in SPSS 17 verwendet. Das Ward-Kriterium ist ein Ansatz, der für seine Robustheit bekannt ist. Der agglomerative Clustering-Algorithmus ist eine iterative Methode, die ähnliche Objekte gruppiert, indem sie in jedem Wiederholungsschritt die beiden ähnlichsten Gruppen / Cluster zu einem neuen zusammenführt. Im Gegensatz zu anderen Clusterverfahren (z. B. K-Means [18]) ist das Ergebnis keine Menge von Clustern sondern ein *Dendrogramm*. Siehe [18] für eine ausführliche Beschreibung des agglomerativen Clustering-Algorithmus und Ward-Kriterium sowie eine Diskussion alternativer Kriterien.

Der agglomerative Clustering Algorithmus benötigt keine Vorgabe für die Anzahl der Cluster. Jedoch benötigt der Algorithmus zum Abschluss eine horizontale Schneidung des Dendrogramms, um die finale Auswahl an Clustern zu bestimmen.

## 4 Untersuchungsergebnisse

Im ersten Schritt wurde die horizontale Schneidung des Dendrogramms durchgeführt, und zwar auf Grundlage der Stabilität der Clusters in jeder Ebene des Dendrogramms (s. Abschnitt 4.1). Im zweiten Schritt wurden die Clusters auf der ausgewählten Ebene untersucht und ihre Inhalte in Kategorien entlang von drei Dimensionen organisiert (s. Abschnitt 4.2). Das Ergebnis dieser Unterteilung wird in Abschnitt 4.3 diskutiert.

#### 4.1 Bestimmung der Schneidungsebene anhand der Stabilität der Clusters

In den meisten Data-Mining-Anwendungen wird diese Schneidung auf Basis von vorab definierten Qualitätsfunktionen durchgeführt. Solch eine Funktion bevorzugt normalerweise homogene Cluster im Vergleich zu inhomogenen, sowie größere Cluster gegenüber kleineren. In vorliegendem Fall ist darüber hinaus auch die Vollständigkeit der Ergebnisse entscheidend, da gemeinsam beobachtete Merkmale identifiziert werden sollen. Daher wurde eine Vorauswahl an benachbarten Ebenen für eine manuelle Untersuchung getroffen. Diese Ebenen umfassen die Mitte des Dendrogramms. Dadurch ist sowohl sichergestellt, dass sie nicht zu klein sind, aber trotzdem noch homogen sind.

Nach einer ersten Analyse der Clustering-Ergebnisse wurden die Ebenen mit 15 bis 9 Cluster für die weitere Analyse ausgewählt. Sie werden im Folgenden als „layN“ mit N=15..9 bezeichnet. Cluster, die früh zusammengeführt wurden (z. B. bereits in lay14), haben eine hohe Ähnlichkeit zu anderen Clustern der gleichen Ebene. Eine späte Zusammenführung von Clustern (z. B. erst in lay9) hingegen lässt auf höhere Unähnlichkeit schließen.

Cluster - Tab.1.	lay15	lay14	lay13	lay12	lay11	lay10	lay9
Reengineering of all Business Processes (Cluster 1)	1	1	1	1	1	1	1
Reengineering of Operations Processes (Cluster 2)	2	2	2	2	2	2	2
	11	11					
SOA Optimization (Cluster 3)	3	3	3	3	3	3	3
OSS Optimization (Cluster 4)	4	4	4	4	4	4	4
BSS & OSS Optimization (Cluster 5)	5	5	5	5	5	5	5
Optimized Solutions for Special Problems (Cluster 6)	6	6	6	6	6	6	6
	12						
	14						
Service Management Optimization (Cluster 7)	7	7	7	7	7	7	7
Billing Optimization (Cluster 8)	8	8	8	8	8	8	8
Interface Optimization (Cluster 9)	9	9	9	9	9	9	7
Data Model Optimization (Cluster 10)	10	10	10	10	10	6	6
web 2.0 Optimization (Cluster 11)	13	13	12	11	11	10	9
Performance Management Optimization (Cluster 12)	15	14	13	12	2	2	2

**Tabelle 1: Vereinfachte Darstellung des Dendrogramms**

Eine manuelle Untersuchung der finalen Cluster zeigt, dass diese mit einer klaren Bezeichnung umschrieben werden können. Dazu wurden solche Merkmale identifiziert, die dominant für das entsprechende Cluster sind, d. h. die meisten Projekte weisen „1“ für das Merkmal aus. Darauf basierend wurde eine Bezeichnung gewählt, die als thematischer Fokus bzw. Thema des jeweiligen Clusters angesehen werden kann. Aufgrund der umfangreichen Datenbasis hat das gesamte Dendrogramm 184 Zeilen und kann daher hier nicht komplett abgebildet werden. Daher wurde es für lay15 bis lay9 in eine vereinfachte Darstellung mit numerischen Schlüsseln überführt (siehe Tabelle 1).

## 4.2 Inhaltliche Kategorisierung der Projekte

Das Dendrogramm wurde im Hinblick auf Stabilität und inhaltliche Aussagefähigkeit analysiert, um eine inhaltliche Kategorisierung der Projekte sowie Identifizierung von Themen zu untersuchen. Insbesondere sollte untersucht werden, auf welcher Ebene sich mehrere große und semantisch interpretierbare Cluster herauskristallisierten, und wie lange sie fortbestanden, bevor sie vom agglomerativen Algorithmus zusammengeführt wurden.

*Cluster 1* existierte bereits in der Ebene 15 des Dendrogramms und blieb unverändert bis Ebene 9. Das lässt darauf schließen, dass Cluster 1 semantisch sehr unterschiedlich zu den anderen Clustern ist. Auf Basis der Coding-Ergebnisse sind auch klar die dominanten Merkmale von diesem Cluster zu erkennen, und zwar die Aspekte „Strategy, Infrastructure & Products“, „Operations“, „Enterprise Management“ der EA-Ebene „Processes“. Dies zeigt, dass es sich bei allen Projekten um „*Reengineering of all Business Processes*“ handelt. Somit ist dies das Thema von Cluster 1.

*Cluster 2* bestand auf Ebene 15 aus 13 Projekten. Die Projekte haben Titel wie „Operating a Service - A Different Approach“, „Transform Customer Service“, „Using eTOM at Service Provider MTC“ und weisen einen klaren Fokus auf die Operations-Prozesse auf. Auf der Ebene 13 wird dieses Cluster mit einem anderen Cluster (Cluster 11 auf Ebenen 15 und 14) zusammengeführt, das 7 Projekte zu Assurance, Revenue Management und Billing enthält, auch allesamt Sub-Aspekte von Operations-Prozessen. Somit entsteht ein neues Cluster aus 20 Projekten, das weiterhin einen klar abgegrenzten Fokus auf Operations-Prozesse hat. Bei Ebene 11 wird dann jedoch das damit entstandene Cluster mit einem weiteren stabilen und homogenen Cluster (Cluster 12 der Ebene 12 bzw. Cluster 15 der Ebene 15) verbunden. Dieses umfasst 8 Projekte mit dem Fokus Performance Management. Daher lässt sich Cluster 2 bis zur Ebene 12 als „*Reengineering of Operations Processes*“ mit einer klaren inhaltlichen Abgrenzung zu anderen Clustern bezeichnen.

Diese inhaltliche Überprüfung wurde für das gesamte Dendrogramm durchgeführt. Beispielfhaft werden hier zwei weitere Cluster besprochen:

*Cluster 7* besteht aus 16 Projekten zum Thema „*Service Management Optimization*“, was durch die in den Projekten adressierten Sub-Aspekte klar erkennbar ist. Erst bei der Ebene 9 wird Cluster 7 mit dem homogenen Cluster 9 „*Interface Optimization*“ zusammengeführt. Somit existieren bis Ebene 9 die Cluster 7 und 9 mit thematisch abgegrenzten Inhalten.

*Cluster 6* ist schrittweise aus kleineren heterogenen Clustern entstanden (darunter aus Cluster 12 und 15 der Ebene 15). Gemeinsam ist allen Projekten, dass sie auf sehr spezifische Problemstellungen fokussiert sind, z. B. „Reverse Logistics Redesign“ oder „Dealer Management“. Insofern gibt es keine dominanten Merkmale. Daher wurde dieses Cluster „Optimized Solutions for Special Problems“ bezeichnet. Auf der Ebene 10 wird es mit dem relativ homogenen Cluster 10 „Data Model Optimization“ zusammengeführt.

Zusammenfassend lassen sich zwischen den Ebenen 15 und 9 des Dendrogramms sechs Cluster (mit den Nummern 1, 3, 4, 5, 8, 11) finden, die ein klar abgegrenztes Thema auf Basis gemeinsamer Merkmale ausweisen. Einige weitere Cluster werden zwar zwischen diesen



zwei Ebenen mit anderen zusammengeführt, haben aber bis dahin semantisch interpretierbare und abgetrennte Inhalte (Cluster 2, 7, 9, 10, 12). Als Besonderheit ist Cluster 6 anzusehen, das eine inhomogene Sammlung sehr spezifischer Projekte ist. Um die homogenen Cluster zu erhalten, die auf höheren Ebenen zusammengeführt werden, wurde die Ebene 12 gewählt. In Tabelle 2 sind alle Cluster dieser Ebene dargestellt.

Name des Clusters	EA-Ebene – „Processes“	EA-Ebene – „Information System“	Case-Anzahl
1. Reengineering of all Business Processes	Strategy, Infrastructure & Products, Operations, Enterprise Management	--	26
2. Reengineering of Operations Processes	Operations	Interfaces	20
3. SOA Optimization	--	SOA	9
4. OSS Optimization	Operations	OSS	23
5. BSS & OSS Optimization	Operations	BSS, OSS	24
6. Optimized Solutions for Special Problems	Diverse	Diverse	23
7. Service Management Optimization	Fulfillment, Service Mgmt. & Operations, Resource Mgmt. & Operations	OSS, Interface, Overall Data Model	16
8. Billing Optimization	--	Customer Order Management, Billing	8
9. Interface Optimization	--	Interfaces	12
10. Data Model Optimization	Process & IT Alignment	Gesamtdatenmodell	7
11. Web 2.0 Optimization	--	web 2.0, Interfaces	8
12. Performance Management Optimization	Performance Management	--	8

**Tabelle 2: Cluster mit Themenbezeichnung und dominanten Merkmalen**

### 4.3 Diskussion der Ergebnisse




Mit Hinblick auf die anfängliche Fragestellung wurde für die Telekommunikationsindustrie auf Basis der empirischen Untersuchung ein Beitrag zum inhaltlichen Verständnis von Transformationsvorhaben und ihrer spezifischen Anforderungen an Modelle und Standards geleistet. Es konnten 12 Cluster identifiziert werden, die jeweils klar abgegrenzte Inhalte (Aspekte / Sub-Aspekte) vorweisen. Auf Basis der dominanten Merkmale pro Cluster ließ sich eine eindeutige Bezeichnung (Thema) zur Umschreibung der spezifischen Inhalte finden. Insofern sind die Cluster als thematische Schwerpunkte zu verstehen. Sie können somit zur Einordnung und Planung von konkreten Transformationsprojekten in der Praxis genutzt werden. Dadurch können sowohl Lücken als auch Redundanzen erkannt und vermieden werden. Außerdem sind detaillierte Projektberichte pro Cluster verfügbar, die zur konkreten Ausgestaltung genutzt werden können.

Bild 3 zeigt gegenüberstellend die gefundenen Cluster zu den EA-Ebenen und Aspekten des Coding Framework. Ein „x“ bedeutet, dass für das Cluster der entsprechende Aspekt als dominantes Merkmal gefunden wurde, d. h. er wurde in allen Projekten des Clusters adressiert. Die Gegenüberstellung zeigt klar, dass keines der Cluster (Transformationsthemen) das gesamte Coding Framework umfasst. Somit ist eine gesamtheitliche Transformation aller Unternehmensbereiche nicht als Transformationsthema in der Projektdatenbank enthalten. Vielmehr sind die einzelnen Themen auf einige wenige Aspekte fokussiert. Das deutet darauf hin, dass Modelle zur Transformation von vereinzelt Aufgaben und Themen genau so wichtig sind, wie Modelle und Standards auf der Ebene des gesamten Unternehmens.

Weiterhin fällt auf, dass einige Themen (Cluster 1 und 12) ausschließlich durch Aspekte der EA-Ebene „Processes“ definiert werden, während andere Themen (Cluster 3, 8, 9 und 11) sich ausschließlich auf die EA-Ebene „Information Systems“ beziehen. Bis auf Cluster 6 sind die übrigen Themen (Cluster 2, 4, 5, 7 und 10) durch Aspekt beider EA-Ebene definiert. Somit können die Transformationen grob in (1) prozessgetrieben, (2) IT-getrieben und (3) prozess- & IT-getrieben unterteilt werden.

Außerdem zeigt Bild 3, dass einige Aspekte nicht als dominant für mindestens eines der Themen gefunden wurden (z. B. „BPM“ und „Supplier & Partner Mgmt.“). Bei der Interpretation dieses Sachverhaltes ist zu bedenken, dass diese Aspekte durchaus in einzelnen Projekten adressiert wurden. Jedoch ist das Vorkommen dieser Aspekte nicht so eindeutig, dass sie als dominant für ein Thema beobachtet wurden. Dieses ist z. B. dann der Fall, wenn ein Aspekt von einigen Projekten unterschiedlicher Themen behandelt wird.

Coding Framework		Gefundene Cluster											
EA-Ebene	Aspekt	1. Reengineering of all business processes	12. Performance mgmt. optimization	8 Billing Optimization	9. Interface optimization	11. Web 2.0 optimization	3. SOA Optimization	2. Reengineering of Operations Processes	4. OSS Optimization	5. BSS & OSS Optimization	7. Service Management Optimization	10. Data model optimization	6. Optimized Solutions for Special Problems
Processes	Process & IT Alignment											x	
	End-to-End Processes												
	BPM												
	SIP	x											
	Operations	x						x	x	x	x		
	Enterprise Mgmt.	x											
	Performance Mgmt.		x										
Information Systems	OSS								x	x	x		
	BSS			x						x			
	Supplier & Partner Mgmt.												
	Enterprise Mgmt.												
	Interfaces & Integration				x	x	x	x			x		
	Performance Mgmt. System												
	Overall Data Model										x	x	

 prozess-getrieben  
 IT-getrieben  
 prozess- & IT-getrieben

**Bild 3:** Gegenüberstellung der gefundenen Cluster zum Coding Framework

## 5 Zusammenfassung und Fazit

Veränderungen der Telekommunikationsindustrie, darunter intensiverer Wettbewerb, gestiegene Kundenanforderungen und kurze Innovationszyklen, haben zur Transformation der Unternehmen in der Branche geführt. Zur Unterstützung von Transformationsprojekten werden industriespezifische Modelle und Standards konzipiert. Um die Anwendung dieser Modelle zu beleuchten, haben wir Aspekte der Transformation identifiziert und sie als Merkmale in ein *Coding Framework* organisiert, anhand dessen wir eine Datenbank von 184 Berichten zu Transformationsprojekten untersucht und thematisch gruppiert haben. Zwar spiegeln diese

Berichte einen Querschnitt durch weltweite Transformationsprojekte wider, dennoch können wir aufgrund der vorgegebenen Datenbasis nicht sicherstellen, dass der Querschnitt tatsächlich vollständig repräsentativ ist.

Die Anzahl der Themen war nicht vorgegeben, so dass eine Data-Mining-Methode verwendet wurde, die Cluster auf unterschiedlichen Aggregationsebenen liefert. Darauf basierend, haben wir 12 klar abgegrenzte und thematisch ausgeprägte Cluster aus den historischen Daten identifiziert. Diese Clusters weisen auf die Schwerpunkte hin, die bei Transformationsprojekten in der Telekommunikationsindustrie angegangen werden. Die Cluster bieten somit einen Anhaltspunkt für ein Unternehmen, das ein Transformationsprojekt plant: das Unternehmen kann die eigenen Anforderungen und Themen mit den Clustern abgleichen, das zum Projekt ähnlichste Cluster identifizieren, und die im Cluster berichteten Erkenntnisse bei der Ausarbeitung des Projekts berücksichtigen.

Zu beachten ist, dass unsere Befunde zwar auf abgeschlossenen Projekten basieren, der Erfolg dieser Projekte jedoch nur eingeschränkt überprüft werden kann. Eine Abhilfe diesbezüglich gibt die Gegenüberstellung der theoretischen Modelle und Standards zu den gefundenen Clustern (s. Abschnitt 4.3). Unterschiede zwischen beobachteten Projekten und theoretischen Lösungsmodellen können sowohl auf einen Handlungsbedarf in der Praxis, als auch auf einen Anpassungsbedarf der theoretischen Modelle hinweisen. Daher ist als nächster Schritt geplant, die gewonnen Erkenntnisse im Hinblick auf die Gestaltung von Lösungskonzepten zu bewerten.

Sehr wichtig ist zudem die Frage nach Verschiebungen der thematischen Schwerpunkte im Beobachtungszeitraum, der einige Jahre umfasst. Es gilt zu überprüfen, seit wann die heutzutage beobachteten (Sub-)Aspekte an Wichtigkeit gewonnen haben, und ob ältere Aspekte aufgegeben oder modifiziert wurden. Hierzu sind Methoden des inkrementellen Text Mining erforderlich, insbesondere aus dem Gebiet des Topic Monitoring (s. etwa [9], [23]). Zu beachten ist jedoch, dass bei einer temporalen Analyse des Textbestandes das Coding Framework für jeden Zeitabschnitt ebenfalls angepasst werden muss. Eine manuelle Anpassung ist kaum praktikabel (und statistisch bedenklich), so dass wir die automatische Anpassung nach dem hierarchischen Ansatz [23] untersuchen wollen.

Da das methodische Vorgehen unabhängig von der Telekommunikationsindustrie ist, kann es auf weitere Industrien übertragen werden. Eine ausreichende Datenbasis vorausgesetzt, sind dadurch sowohl spezifische Erkenntnisse für weitere Industrien als auch vergleichende Betrachtungen zwischen mehreren Industrien möglich.

## 6 Literatur

- [1] Ahn, J.H., Skudlark, A. (2002) Managing risk in a new telecommunications service development process through a scenario approach. *Journal of Information Technology* 17(1):103-18.
- [2] Aier, S., Gleichauf, B. (2010) Towards a Systematic Approach for Capturing Dynamic Transformation in Enterprise Models. *Proc. of the 43rd Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS '10)*.
- [3] Bertin, E., Crespi, N. (2008) Describing Next Generation Communication Services: A Usage Perspective, *Proc. of the 1st European Conf. ServiceWave 2008* :86-97.
- [4] Czarnecki, C., Heuser, M., Spiliopoulou, M. (2009) How does the implementation of a Next Generation Network influence a telecommunication company? *Proc. of the European and Mediterranean Conf. on Information Systems (EMCIS'09)*, 13-14 July, Turkey.
- [5] Czarnecki, C., Winkelmann, A., Spiliopoulou, M. (2010) Making Business Systems in the Telecommunication Industry more Customer-Oriented - An Analysis of Real-life Transformation Projects. *Proc. of the 19th Int. Conf. on Information Systems Development*, 25-27 Aug., Czech Republic.
- [6] Czarnecki, C., Winkelmann, A. and Spiliopoulou, M. (2010) Services in electronic telecommunication markets: a framework for planning the virtualization of processes. *Electronic Markets Journal* 20:3-4.
- [7] Fink, L., Markovich, S. (2008) Generic verticalization strategies in enterprise system markets: An exploratory framework. *Journal of Information Technology* 23(4):281-96.
- [8] Frank, U (2002) Multi-Perspective Enterprise Modeling (MEMO) - Conceptual Framework and Modeling Languages, *Proc. of the Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICS'02)*.
- [9] Gohr, A., Hinneburg, A., Schult, R., Spiliopoulou, M. (2009) Topic Evolution in a Stream of Documents. *Proceedings of the 2009 SIAM Data Mining Conference (SDM'09)*, pp. 378-385, Reno, CA, Apr.-May 2009.
- [10] Grover, V., Saeed, K. (2003) The Telecommunication Industry Revisited. The Changing Pattern of Partnerships. *Communications of the ACM* 46(7).
- [11] Knightson, K., Morita, N., Towle, T. (2005) NGN Architecture: Generic Principles, Functional Architecture, and Implementation. *IEEE Communications Magazine* 43(10):49-56.
- [12] Mikkonen, K., Hallikas, J., Pynnönen, M. (2008) Connecting customer requirements into the multi-play business model. *Journal of Telecommunications Management* 1(2):177-188.
- [13] Peppard, J., Rylander, A. (2006) From Value Chain to Value Network: Insights for Mobile Operators. *European Management Journal* 24(2):128-41.
- [14] Reilly, J. P., Creaner, M. J. (2005) NGOSS distilled. The essential guide to next generation telecoms management. *TeleManagement Forum*.
- [15] Saat, J., Winter, R., Franke, U., Lagerström, R., Ekstedt, M. (2011) Analysis of IT/Business Alignment Situations as a Precondition for the Design and Engineering of Situated IT/Business Alignment Solutions. *Proc. of the 44th Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS '11)*.

- [16] Snoeck, M., Michiels, C. (2002) Domain Modelling and the Co-Design of Business Rules in the Telecommunication Business Area, *Information Systems Frontiers* 4(3):331-342.
- [17] Schubert, P., Williams, S. P. (2009) Constructing a Framework for Investigating and Visualizing ERP Benefits and Business Change, 22nd Bled eConference eEnablement: Facilitating an Open, Effective and Representative eSociety, June 14 - 17, Slovenia.
- [18] Tan, P.-N., Steinbach, M., Kumar, V. (2005) *Introduction to Data Mining*. Addison Wesley.
- [19] TM Forum (2006-2009) *Case Study Handbook, Real-World Solutions Using TM Forum Standards*, May 2006, Vol. 1. - Dec. 2009, Vol. 8.
- [20] Urbaczewski, L., Mrdalj, S. (2006). A Comparison of Enterprise Architecture Frameworks. *Issues in Information Systems* 7(2):18-23.
- [21] Winter, R., Fischer, R. (2007). Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. *Journal of Enterprise Architecture* 3(2):7-18.
- [22] Zachman, J. A. (1997). Enterprise Architecture: The Issue of the Century. *Database Programming and Design* 5(2):1-13.
- [23] Zimmermann, M., Ntoutsis, I., Siddiqui, Z., Spiliopoulou, M., Kriegel, H.-P. (2012) Discovering Global and Local Bursts in a Stream of News. *Proceedings of the SAC 2012 Symposium on Applied Computing*, Trento, Italy, Jan. 2012 (to appear).



# Categories of Enterprise Architecting Issues – An Empirical Investigation based on Expert Interviews<sup>†</sup>

**Carsten Lucke, Marco Bürger, Thomas Diefenbach, Jan Freter, Ulrike Lechner**

Universität der Bundeswehr München, Professur für Wirtschaftsinformatik, 85577 Neubiberg.  
E-Mail: carsten.lucke@unibw.de, {marcobuerger, thomasdiefenbach}@bundeswehr.org, jan-philippfreter@gmail.com, ulrike.lechner@unibw.de.

## Abstract

In this paper we re-appraise a categorization scheme for enterprise architecting issues. Based on practitioner interviews we determine, whether the problem areas suggested by the categorization scheme cover actual problems encountered in practice. Our appraisal leads to a slight refinement of the scheme but shows that in general the scheme is applicable to real-life enterprise architecting. This means the proposed model can act as a map signaling potential pitfalls in enterprise architecting as well as a roadmap for enterprise architecture education needs and research directions.

## 1 Introduction

The Office of Management and Budget describes Enterprise Architecture (EA) as “explicit description and documentation of the current and desired relationships among business and management processes and information technology” [17]. A main aspect of EA is its adoption as a management instrument to support planning, decision making and control tasks and to achieve successful business-/IT-alignment [23]. EA is seen as a means to achieve a successful organizational transformation process towards a flexible IT which properly support business requirements [6].

Extant literature shows that EA practice suffers from a number of challenges and problems [4, 8, 10, 13]. These problems exist in different stages of the architecting process and in many cases are related to either modeling tasks, management tasks or both. Lucke et al. propose a categorization scheme of EA issues, which captures results of a literature review on the enterprise architecting process [13]. Applications of this model include but are not limited to helping practitioners to self-assess their EA efforts and find possible vulnerabilities; guiding selection of learning objectives in a problem-oriented curriculum design approach (cf. [19, 22]) for EA education or support human resources activities by defining a skill-set required for enterprise architects.

---

<sup>†</sup> We gratefully acknowledge the cooperation of our interviewees without whom we had not been able to investigate the practical applicability of the EA issues categorization scheme.

The paper at hand is concerned with an assessment of the practical applicability of the model by conducting expert interviews. EA practitioners are asked about the challenges they are facing in their daily work life and best practices they adopt to cope with these challenges.

The paper is organized as follows. Section 2 provides the theoretical foundations for this work. Section 3 describes our research approach. In section 4 we describe the findings of the interviews; section 5 provides a cross-interview summary. Section 6 discusses implications of our findings regarding the categorization scheme. Section 7 concludes this paper.

## 2 Theory

Enterprise architecting is “a continuous process involving the creation, modification, enforcement, application, and dissemination of different results. This process should be in sync with developments in the environment of the enterprise as well as developments internal to the enterprise, including both its strategy and its operational processes” [18]. A number of EA frameworks and process models exist (e.g., [1, 2, 5, 7, 16, 20, 21, 24, 25]), to guide the enterprise architect in the steps to be taken from the creation of architecture descriptions (i.e., collections of work products used to describe an architecture [9]) to the implementation of the target EA. These frameworks and process models help the enterprise architect to fulfill its enterprise architecting tasks. Nevertheless, a number of challenges and issues are encountered in this process. An important step for an organization to solve these issues and master the challenges is to know them and to know whether the organization has related weak spots. Like the famous Chinese military strategist Sun Tzu said: “Know your enemy and know yourself and you can fight a hundred battles without disaster” [11]. A number of authors have investigated the issues arising throughout the EA process [4, 10, 13], highlighting possible research directions and room for improvements.

A recent publication proposes a classification scheme based on an extensive literature review [13]. The purpose of this categorization scheme (cf. Figure 1) is to gain a better understanding of the problem areas encountered during EA efforts.

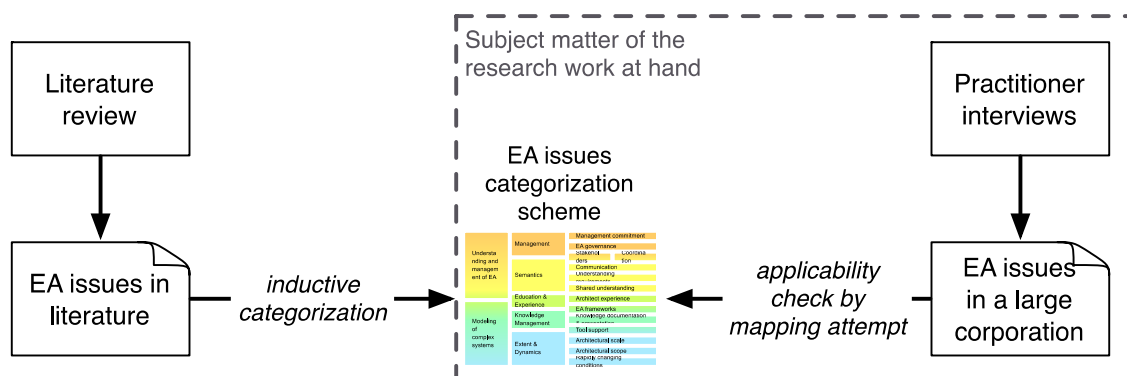


**Figure 1: EA issues categorization scheme (cf. [13, 14])**



### 3 Research Method

Our overall research approach is depicted in Figure 2. The categorization scheme was developed on the basis of an extensive literature review (cf. [13, 14]). Detailed information on the research method adopted can be found in the respective publications. With this work (framed with a dashed line in Figure 2) we seek for empirical validation of the proposed categorization scheme by interviewing EA practitioners in a large corporation in the automotive industry about issues they experience in their work. We investigate, whether named issues fit into the categorization scheme. The research team consisted of one doctoral student and five master level students of Information Systems.



We chose to conduct interviews in a large corporation (> 50.000 employees), since our assumption is, that EA issues emerge in a wider spectrum, the larger the investigated organization. We asserted, that all interviewees are EA practitioners by checking their corporate roles. Additionally we asked them about their perception of EA to make sure a common point of view exists, on what the field of EA is about. The interviews were open-ended; question asking was semi-structured, which is considered reasonable for expert interviews [12]. Interviews started with a short introduction followed by a part used to set the scene. This part contained questions about the EA process the interviewee's involvement in this process.

The main topic area of the interviews was, what issues the interviewees experience and how they master predominant challenges. Question asking about challenges always was referred to the EA process the interviewee described in the “Set the Scene” part of the interview. Table 1 illustrates our guiding questionnaire.

Introductory questions	
	What's your current position in the organization?
	What activities are part of your position?
Set the scene	
<i>Achieving a common understanding</i>	What's your definition of „EA“? What does EA mean for you?
	What does your organization use EA for?
	What are subject matters and goals of your EA undertakings?
<i>Enterprise Architecting process</i>	What steps is your EA process comprised of?
	What activities take place during these steps?
<i>Interviewee's role in EA undertakings</i>	What is your role during EA undertakings?
	What steps are you involved in?
Challenges in EA undertakings	
<i>Challenges in EA undertakings</i>	Please report about a current or recently completed EA undertaking. What challenges did you encounter?
	Are there key challenges?
	Do you encounter repeating challenges across EA undertakings?
<i>Solution statements for encountered challenges</i>	Do you have solution statements for the challenges you encounter?
	Do you know about solution statements of other organizations?

**Table 1: Guiding questionnaire for practitioner interviews**

Table 2 exhibits overall information about the interviews. The investigated corporation's organizational structure exhibits a separation of the IT department into cross-cutting and project-related IT. Two interviewees work in project-related IT, two work in cross-cutting IT and one interviewee works in a project coordination role but has a history in the cross-cutting IT department.

Interviewee	Interviewer	Interviewee's role	Date	Duration
Interviewee A	Freter, Lucke, Müller	Project leader (IT)	25.03.10	2h 42min
Interviewee B	Freter, Lucke, Müller	Project-related IT; formerly cross-cutting IT	22.04.10	2h 13min
Interviewee C	Freter, Lucke	IT project coordination	23.04.10	1h 52min
Interviewee D	Freter, Lucke, Müller	Cross-cutting IT	20.05.10	1h 38min
Interviewee E	Diefenbach, Lucke	Cross-cutting IT	27.05.10	1h 34min

**Table 2: General information about conducted interviews**

A test-interview with a fellow EA practitioner was conducted in preparation to the five interviews. All interviews were audio-recorded and transcribed. Each transcript was analyzed by one student and the doctoral student in separation of each other. Transcript contents were processed line by line using a spreadsheet application. Content analysis was done according

to the approach described by Mayring (cf. [15]). Interview statements were paraphrased, generalized and categorized, each in a separate column of the spreadsheet. During the categorization step, statements indicating EA issues were assigned one of the 79 codes identified in the literature review that led to the definition of the categorization scheme under consideration (cf. [13]). This way interview statements were put in relation to one of the 14 problem areas defined by the categorization scheme. In the case of coding conflicts or uncertain categorization steps, a group discussion was held to discuss and search agreement on the code to be related to an interviewee's statement. After the analysis of individual interviews, a cross-interview analysis on the fit of EA issues and the categorization scheme was conducted.

## 4 Results of the Interview Analysis

This section presents the EA issues described by the interviewees and discusses their mapping to the classification scheme. Table 3 gives an overview on problem categories, which described issues belong to. A cell containing an 'x' means the interviewee (i.e., the column) mentioned one or more issues belonging to the respective problem area (i.e., the row). No 'x' being present in a cell means the interviewee did not mention issues related to the respective problem area.

Problem area	A	B	C	D	E	Overall
Management commitment	x	x	x	x	x	5
EA governance	x	x	x	x	x	5
Stakeholders	x	x		x		3
Coordination			x		x	2
Communication	x	x	x			3
Understanding requirements	x	x	x	x		4
Shared understanding	x	x	x		x	4
Architect experience	x	x			x	3
EA frameworks				x	x	2
Knowledge doc. & pres.	x	x	x	x	x	5
Tool support	x	x		x		3
Architectural scale	x	x	x	x	x	5
Architectural scope		x	x	x		3
Rapidly changing conditions			x	x	x	3
<b>Overall</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	

**Table 3: Summary of problem areas experienced by the interviewees**

Table 4 provides more detailed information on the frequency of problem areas. For each interview it exhibits how often issues belonging to a problem category have been described and the according percentage in regard to the overall issues mentioned by the interviewee. Percentages  $\geq 8\%$  (i.e.  $\geq \text{ceil}(1/14)$ ) are colored orange; percentages  $\geq 15\%$  (i.e.  $\geq \text{ceil}(2/14)$ ) are colored red. The results provided by Table 4 are explained in more detail in section 5 and 6. For now it just gives an overview on the frequency of mentioned issues.

Problem area	A		B		C		D		E		Total
Management commitment	2	7%	21	35%	13	28%	12	28%	12	35%	60
EA governance	1	3%	15	25%	5	11%	14	33%	7	21%	42
Stakeholders	3	10%	4	7%	0	0%	4	9%	0	0%	11
Coordination	0	0%	0	0%	2	4%	0	0%	2	6%	4
Communication	2	7%	1	2%	2	4%	0	0%	0	0%	5
Understanding requirements	1	3%	1	2%	4	9%	1	2%	0	0%	7
Shared understanding	1	3%	1	2%	2	4%	0	0%	3	9%	7
Architect experience	1	3%	6	10%	0	0%	0	0%	1	3%	8
EA frameworks	0	0%	0	0%	0	0%	3	7%	1	3%	4
Knowledge doc. & pres.	9	31%	5	8%	7	15%	3	7%	2	6%	26
Tool support	6	21%	1	2%	0	0%	1	2%	0	0%	8
Architectural scale	3	10%	4	7%	5	11%	3	7%	2	6%	17
Architectural scope	0	0%	1	2%	2	4%	1	2%	0	0%	4
Rapidly changing conditions	0	0%	0	0%	4	9%	1	2%	4	12%	9
<b>Total</b>	<b>29</b>		<b>60</b>		<b>46</b>		<b>43</b>		<b>34</b>		<b>212</b>

**Table 4: Overview of problem areas described by the interviewees and frequency of occurrence**

#### 4.1 Interviewee A

Interviewee A works for the company since 1978. Currently he is a project leader (since 2003) of a change program aiming for an appraisal and consolidation of business processes. Issues reported by interviewee A cover 10 problem areas suggested by the categorization scheme. Main challenges described focus on tool-related issues and knowledge documentation and presentation. The processes under consideration by the change program are connecting several operating departments and elements of supporting IT; according to interviewee A a large number of different stakeholders are involved in these activities, making knowledge documentation rather difficult. Interviewee A's task is about summing up all internal interactions between places, departments and actors along production and service processes. Interviewee A stated that the EA modeling tool in use allows to easily capture arbitrary data. Unfortunately, data-retrieval and specifically stakeholder-appropriate report generation is hard to achieve. Another main problem remarked is the weak ability of interfacing between different EA tools. Within the large corporation several tools are in use and different tools are used for different tasks. Seamless import and export of data is his least expectance; a single underlying repository would be even more appreciated.

#### 4.2 Interviewee B

Interviewee B works for the company since 2006 and currently is a project leader in a project-related IT function. In a former assignment inside the company he worked in close relationship to the cross-cutting IT function being responsible for EA; experiences made during this assignment were subject matter of the interview. Mapping the results against the categorization scheme reveals that challenges in 11 problem areas were described by interviewee B. Main challenges described are related to the problem areas of management commitment and EA governance.

In general interviewee B's experience is, that project managers' commitment towards EA is rather low. According to him, project managers often unwillingly provide personnel for EA-related activities. Transparency, potentially provided by adopting EA, seems often undesired. Additionally, cross-cutting IT's architecture authority is rather weak. Even if the EA function reveals reasonable measures (e.g., process re-design), changes are typically not initiated because responsibility and authority is not with the cross-cutting IT department. A frequently described issue is unclear objectives for the EA function. Interviewee B mentioned that no corporate-wide common definition of EA exists, setting goals the EA function shall pursue. Interviewee B's perception is, that enterprise architecting is often conducted as end in itself. Another EA governance problem described is non-compliance of projects towards EA governance rules and cross-cutting IT's EA requirements and standards.

#### **4.3 Interviewee C**

Interviewee C is an abstractor in synchronization management (i.e., coordination of projects) and works for the company since 1985. Five years ago he belonged to a group that was concerned with the conceptual design of the EA function and its establishment in the organization. Issues reported by interviewee C cover 10 problem areas suggested by the categorization scheme. Main problem categories described are management commitment and knowledge documentation and presentation.

In terms of management commitment his experiences are that managers put a high focus on costs and cost reduction. He finds cost reduction hard to prove for EA. Attempts to make clear the meaning of EA to the management level were unsuccessful. Another major problem described by interviewee C is poor documentation. Being responsible for coordination of projects' processes he regularly finds process documentation being outdated or poorly described. Especially critical is the fact that up-to-dateness is not in all cases determinable, resulting in people potentially using outdated information.

#### **4.4 Interviewee D**

Interviewee D has been working for the company for 9 years. He works in the cross-cutting IT department since 2006 and is responsible for the EA function. His main job task is to define methods and rules to achieve a consistent and coherent EA function. He also acts as an advisor for project-related IT departments regarding EA. Issues named by interviewee D during the interview can be mapped to 10 problem categories. The two predominant problem areas he has to deal with are management commitment and EA governance.

According to interviewee D project management and project-related IT often considers the EA process and rules as obstruction. The cross-cutting IT department has difficulties to prove the benefits of conducting EA efforts. As a result quick-win decisions in favor of single projects are often favored over mid- or long-term use of enterprise architecting.

EA governance issues reported by interviewee D are partly uncertain goals for the EA function and uncertainty regarding the integration of the EA process into the process of project execution. As a consequence of this, cross-cutting EA efforts are sometimes involved at a stage of a project, where no freedom of design remains. In those cases, the cross-cutting IT department does not always have the power to enforce compliance to EA rules.

#### 4.5 Interviewee E

Interviewee E has been working for the company for 11 years in the cross-cutting IT department where his main job task is to define and manage the enterprise architecture. Issues reported by interviewee E cover 9 problem areas suggested by the categorization scheme. The main EA challenges reported by interviewee E are concerned with lack of management commitment, EA governance aspects and compliance to EA rules.

Almost half of the issues named by interviewee E are concerned with lacking management support for the corporate EA efforts. Project executives and project-related IT often regard the corporate EA function as hindering and unnecessary cost factor. The cross-cutting IT department has defined an EA framework, which the project-related IT shall use to document and analyze the impact of a project to the enterprise architecture. As interviewee E states, project executives and project-related IT do not seldomly try to circumvent the EA documentation step and EA governance rules. According to him, not in all cases the cross-cutting IT department is powerful enough to enforce EA-compliance of projects.

### 5 Results of the Cross-Interview Analysis

The summary of problem areas experienced by the interviewees (cf. Table 2) exhibits that every interviewee experiences issues in at least 9 up to 11 categories out of the total of 14 problem categories. We consider this an important indicator on how important it is, that an enterprise architect combines management skills as well as technical skills required for modeling complex systems.

Issues in the categories of management commitment and EA governance are mentioned disproportionately often by interviewees B, C, D and E (cf. Table 4). Interviewee D and E currently work in the cross-cutting IT department and are responsible for EA subject matters. Interviewee B currently works in project-related IT but has a history of close collaboration with the cross-cutting IT department responsible for EA. So does interviewee C who used to be an active member of the group of people who conceptually planned and started off the corporate EA function. According to these findings we conclude that management commitment and EA governance issues are typically most important for cross-cutting IT respectively a cross-cutting EA function.

Within the group of interviewees, interviewee A is one who exclusively worked and works in a project-related EA function. As introduced in section 4.1, he is concerned with a single architecture domain – also often referred to as viewpoint (i.e., processes). His area of work is preparing actual architecture descriptions needed by the cross-cutting EA function. Table 4 depicts that he does not disproportionately often mention management commitment and EA governance as issues. These issues make up only 10 percent of overall issues described by him. The most frequently mentioned issues are the plethora of stakeholders, knowledge documentation & presentation, tools support and large architecture scale. This is different from what the other interview partners stated. We conclude that for actual EA modeling tasks, management commitment and especially EA governance might be less an issue than other problem categories. The interviews with interviewee B, who also currently works in a project-related EA function, does not underline this finding of EA governance and management commitment being mentioned with a low percentage. This can be explained by the fact that in the interview he reported about his experiences made during his time in a cross-cutting EA function.

## 6 Implications for the Categorization Scheme of EA Issues

An important finding is that issues named during the five interviews cover all problem areas described by the categorization scheme. We argue this exhibits that the problem areas of the categorization scheme are of practical relevance to enterprise architecting.

A related question is, whether there are further problem areas of enterprise architecting, apart from those described by the categorization scheme. The answer is: we did not find any”.

During the coding process not all interviewee statements describing issues could be assigned one of the 79 codes inductively developed during the preceding literature review (cf. [13]). In these cases we defined new reasonable codes describing the respective issue and discussed the possible belonging to one of the existing problem areas. All these newly defined codes have been found belonging to one of the 14 given problem areas. As a result of our work the categorization scheme is further refined in terms of what the problem areas are about (cf. Table 5). In general however, the expert interviews show, that the scheme properly covers the problem areas relevant to EA practitioners’ daily work. Table 5 depicts our code refinements.

Problem area	Refining code
EA Governance	Lack of compliance
Management Commitment	Lacking grasp of what EA is about
	EA considered a hindrance
	Transparency brought into being by EA not welcome
Tool Support	Unsatisfying interoperability between domain-specific tools
	Unsatisfying tool standardization
	Weak reporting abilities

**Table 5: Overview of refinements to problem areas**

The EA governance category codes, which emerged during the literature review mainly focus on issues related to the establishment of rules for EA (cf. [13]). The interviews shed a new light on the EA governance category. Lack of compliance to existing EA governance rules is described very often by cross-cutting IT EA practitioners (i.e., interviewee D and E). They name EA governance issues related to the establishment of EA rules vs. EA compliance-related issues in a nearly 50/50 ratio (cf. Table 6).

Problem area	Sub area	A		B		C		D		E		Total
EA Governance	Rules	1	100%	14	93%	5	100%	6	43%	4	57%	30
	Compliance	0	0%	1	7%	0	0%	8	57%	3	43%	12
	<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>15</b>		<b>5</b>		<b>14</b>		<b>7</b>		<b>42</b>

**Table 6: Aspects of EA governance issues**

The problem area of management commitment is refined in so far, that further reasons for a lack of management commitment are discovered. Our interviewees consider it a serious problem, that often management stakeholders have a bad or no understanding of why an EA function is needed (i.e., lacking grasp of what EA is about). It is typically these stakeholders,

who seem to consider EA as a hindrance and often try to overcome the obligations the EA function puts on them. The interviews also revealed that sometimes the transparency brought into being by the EA function and architecture descriptions created, seems to be not welcome (i.e., transparency brought into being by EA not welcome).

The problem area of tool support is not very well operationalized by the articles investigated in the preceding literature review (cf. [13]). The most concise criticism was tool support being insufficient for virtual enterprises as well as to represent system dynamics. Mostly however, tool support was plainly described as being insufficient without further attribution. Interviewees A, B and D mentioned tool-related issues; especially interviewee A could render tool-related issues more precise. Tool-standardization is described being very complicated in a corporation as large as this. Different departments use different EA tools to document architecture information, making it hard to exchange information and complicating interoperability. Especially domain-specific EA modeling tools are typically not interoperable. Another problem mentioned is weak reporting abilities of EA tools. Once it comes to presentation of previously captured information, reporting abilities are very important. The interviewees described information retrieval and generating reports and models as being very complex and time-consuming. Information retrieval often has to be specified using special query languages, which makes it very powerful but also very difficult to handle.

Our work leads to a number of more detailed definitions regarding the naming in the categorization scheme. Modified elements are presented in bold face (cf. Figure 3).

Understanding and Management of EA	Management	<b>Stakeholder Commitment</b>
		EA Governance
		<b>Stakeholder Plurality</b> Coordination
	<b>People and Semantics</b>	<b>Stakeholder Communication</b>
		Understanding Requirements
Modeling of Complex Systems		Shared Understanding
	Education & Experience	Architect Experience
		EA Frameworks
	Knowledge Management	Knowledge Documentation & Presentation
		Tool Support
	Extent & Dynamics	Architectural Scale
		Architectural Scope
		Rapidly Changing Conditions

**Figure 3: Refined EA issues categorization scheme as a result of the study at hand**

The category of “Semantics” is renamed to “People and Semantics” to better express the covered problem areas. The problem area “Management Commitment” is renamed to “Stakeholder Commitment”. The interviews show that in most cases the problem is commitment of superiors (i.e., managers) but there are also cases where problems result from stakeholders on an operational level who refuse doing legwork to the EA function. The problem area “Stakeholders” is renamed to “Stakeholder Plurality”, to allow for a better distinction to the



other problem areas and to better express the main challenge in this area, which is the plethora of EA stakeholders the EA function has to deal with. The final change is the renaming of “Communication” to “Stakeholder Communication”. The intention behind this is to allow for a better understanding at a first glance of what this problem area is about.

## 7 Conclusion

With this research work we pursue the aim to appraise the practical applicability of a categorization scheme for EA issues, developed as a result of a previously conducted literature review [13]. For this purpose we led interviews with EA practitioners. According to our findings the categorization scheme provides a reasonable categorization of enterprise architecting issues. All issues named are found belonging to one of the 14 existing problem areas defined by the categorization scheme. Thus, regarding the question of completeness of the categorization scheme, we argue that it is capable of providing a good categorization frame for EA issues; for certain for the researched practitioners and corporation.

We feel this work provides a good applicability check of the categorization scheme and delivers a valuable insight into challenges of EA practitioners in their daily work. Issues described by our interviewees cover all problem areas of the categorization scheme. We therefore deem the problem areas defined by the categorization scheme as being relevant to EA practice. Our results show that enterprise architects are supposed to offer a very broad set of skills ranging from management and soft skills to more technical skills in modeling as well as using EA tools and architecture repositories.

In this study we put a focus on a qualitative insight, interviewing a rather small number of EA practitioners. Further validation would be interesting and helpful.

## 8 References

- [1] Armour, F.; Kaisler, S.; Liu, S. (1999): Building an enterprise architecture step by step. *IT Professional*, 1(4), 31-39.
- [2] Bernard, S. (2005): *An Introduction To Enterprise Architecture*. 2 ed. Authorhouse.
- [3] Bortz, J.; Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4 ed. Springer, Berlin.
- [4] Bricknall, R.; Darrell, G.; Nilsson, H.; Pessi, K. (2006): Enterprise Architecture: Critical Factors affecting Modelling and Management. In *Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems (ECIS '06)*, 2349-2361.
- [5] Chief Information Officer Council (2001): *A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture*.
- [6] Ernst, A. (2008): *Enterprise Architecture Management Patterns*. Fakultät für Informatik der Technischen Universität München (sebis).
- [7] Frank, U. (2002): Multi-perspective Enterprise Modeling (MEMO) - Conceptual Framework and Modeling Languages. In *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02) - Volume 3*, 72 (71--10).

- [8] Goethals, F. (2003): An overview of enterprise architecture framework deliverables.
- [9] International Organization for Standardization (2007): ISO/IEC 42010 (WD4).
- [10] Kaisler, S.; Armour, F.; Valivullah, M. (2005): Enterprise Architecting: Critical Problems. In *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '05)*, 224b-224b.
- [11] Leibniz, K. (1989): Sun Tsu. Über die Kriegskunst. Info Verlagsgesellschaft.
- [12] Liebold, R.; Trinczek, R. (2009): Experteninterview. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- [13] Lucke, C.; Krell, S.; Lechner, U. (2010): Critical Issues in Enterprise Architecting – A Literature Review. In *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Paper 305.
- [14] Lucke, C.; Lechner, U. (2011): Goal-oriented requirements modeling as a means to address stakeholder-related issues in EA. In *Proceedings of the 10. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*, 714-723.
- [15] Mayring, P. (2008): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 10 ed. Beltz Verlag, Weinheim, Basel.
- [16] North Atlantic Council (2007): NATO Architecture Framework (NAF) Ver 3. North Atlantic Council.
- [17] Office of Management and Budget (1996): CIRCULAR NO. A-130 Revised.
- [18] Op't Land, M.; Proper, E.; Waage, M.; Cloo, J.; Steghuis, C. (2009): Enterprise Architecture: Creating Value by Informed Governance. 1 ed. Springer, Berlin.
- [19] Rugg, H. (1927): List of fundamental questions on curriculum-making. Public School Publishing, Bloomington, IL.
- [20] Spewak, S.; Hill, S. C. (1993): Enterprise Architecture Planning: Developing a Blueprint for Data, Applications, and Technology. QED Publishing Group.
- [21] The Open Group (2009): TOGAF Version 9 - The Open Group Architecture Framework (TOGAF). The Open Group.
- [22] Tyler, R. W. (1973): Basic Principles of Curriculum and Instruction. 2 ed. The Chicago University Press.
- [23] van der Raadt, B.; Soetendal, J.; Perdeck, M.; van Vliet, H. (2004): Polyphony in architecture. In *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*, 533-542.
- [24] Wegmann, A. (2003): On the Systemic Enterprise Architecture Methodology (SEAM). In *Proceedings of the 5th International Conference on Enterprise Information Systems 2003 (ICEIS 2003)*, 483-490.
- [25] Zachman, J. (1987): A framework for information systems architecture. IBM systems journal, 26(3).

# **Vorgehensmodelle zur Einführung von Second-Tier-ERP-Systemen – Empirische Befunde und das ACIP-Vorgehensmodell für SAP-Endanwender**

**Heiko Thimm**

Hochschule Pforzheim, Fakultät für Technik, 75175 Pforzheim,  
E-Mail: heiko.thimm@hs-pforzheim.de

**Dirk Brümmer**

Hochschule Pforzheim, Fakultät für Wirtschaft und Recht, 75175 Pforzheim,  
E-Mail: brudir@hs-pforzheim.de

## **Abstract**

Für eine Second-Tier-ERP-Strategie sprechen insbesondere für mittlere Unternehmen mit einer Konzernstruktur einige Gründe. Hierbei stellt ein für kleine und mittlere Unternehmen ausgelegtes ERP-Paket die lokalen Geschäftsanwendungen für eine bestimmte Menge dezentraler Unternehmenseinheiten, z.B. alle Verkaufsniederlassungen, bereit. Diese Second-Tier-ERP-Pakete müssen mit dem „Haupt-ERP-System“ des Unternehmens gekoppelt sein. Damit sich die Kosten- und Flexibilitätsvorteile einer Second-Tier-ERP-Strategie einstellen, ist ein geeignetes Vorgehensmodell für ein unternehmensweites ERP-Programm-Management erforderlich. Solche spezifischen Modelle stehen jedoch bisher noch nicht zur Verfügung. Im vorliegenden Beitrag wird das Adaptive Corporate Implementation Program (ACIP) als Vorschlag für ein solches Vorgehensmodell vorgestellt. Das ACIP-Modell beruht auf einer breiten Basis von Erfahrungswerten sowie bewährten Konzepten verwandter Vorgehensmodelle aus der Welt der SAP-Anwenderunternehmen.

## **1 Einleitung**

Enterprise Resource Planning Systeme (ERP) stellen heute innerhalb der IT-Landschaft vieler Unternehmen die zentrale Komponente dar. Hervorgerufen durch die Globalisierung der Märkte müssen sich Unternehmen mit zunehmender Tendenz neben der Globalisierung ihrer Primärprozesse auch mit der Internationalisierung und Globalisierung ihrer IT-Landschaft auseinandersetzen. Das bedeutet oftmals, dass Niederlassungen oder Unternehmensteile an entfernten Standorten mit auf die spezifischen Bedingungen der jeweiligen Standorte zugeschnittenen IT-Systemen und -Diensten zu versorgen sind. Für das Rechnungswesen

eines global agierenden Unternehmens bedeutet dies z.B., dass die rechtlichen Standards in den verschiedenen Ländern, in denen man präsent ist, einzuhalten sind. Es steht außer Frage, dass die ERP-Strategie des Unternehmens dieser Anforderung Rechnung tragen muss. Darüber hinaus müssen neben rechtlichen Anforderungen auch die typischen landesspezifischen Geschäftspraktiken berücksichtigt werden. Da es sich bei ERP-Projekten naturgemäß um kostenintensive IT-Projekte handelt, ist der Einsatz eines geeigneten Vorgehensmodells unverzichtbar. Dies gilt sowohl für initiale Einführungsprojekte, als auch für andere ERP-Projekte, wie beispielsweise den Rollout zusätzlicher Funktionalitäten innerhalb des Gesamtunternehmens einschließlich der vom Firmensitz entfernten Unternehmensteile.

Im vorliegenden Beitrag stehen ERP-Projekte im Mittelpunkt, die das Ziel haben, in mehreren, in entfernten Ländern ansässigen, kleineren Unternehmenseinheiten, wie etwa Vertriebsniederlassungen, eigene schlanke ERP-Systeme bereitzustellen, die jeweils mit einem Haupt-ERP-System am Stammsitz des Unternehmens gekoppelt sind. Dieser Ansatz wird auch als Second-Tier-ERP-Ansatz bezeichnet. Laut einer Gartner Studie [5] bietet der Ansatz einige interessante Vorteile gegenüber dem bisher vorherrschenden Single-Tier-ERP-Ansatz mit einem einzigen ERP-System. Für den konkreten Fall der Einführung des ERP-Pakets „SAP Business One“ in mehreren Niederlassungen eines mittelständischen Fertigungsunternehmens aus Süddeutschland recherchierten wir nach geeigneten Vorgehensmodellen zur Umsetzung einer Second-Tier-ERP-Strategie. Da in der einschlägigen Fachliteratur kein passgenaues Vorgehensmodell gefunden werden konnte, wurde das in diesem Beitrag vorgestellte *Adaptive Corporate Implementation Program* (ACIP) entwickelt. Das ACIP-Vorgehensmodell basiert auf Modellen mit ähnlicher Zielsetzung, die um eigene Konzepte erweitert wurden. In die Entwicklung des ACIP-Vorgehensmodells sind umfassende praktische Erfahrungen des oben genannten Fertigungsunternehmens bei der Einführung von „SAP Business One“ in fünf ausländischen Vertriebsniederlassungen eingeflossen. Darüber hinaus wurden die empirischen Ergebnisse einer webbasierten Unternehmensbefragung mit einer vergleichbaren ERP-Strategie berücksichtigt. Zahlreiche Argumente für die Relevanz und Praxistauglichkeit des ACIP-Modells konnten bei einer ersten Vorstellung des Modells im Rahmen einer Sitzung des DSAG (Deutsche SAP Anwendergruppe) Arbeitskreises „SAP Business One im Konzern“ gesammelt werden.

Im nachfolgenden Kapitel 2 werden die wesentlichen Herausforderungen beim ERP-Einsatz in global agierenden Unternehmen sowie die zentralen Aspekte des Second-Tier-ERP-Ansatzes beschrieben. In Kapitel 3 erfolgt eine kurze Gegenüberstellung der im Rahmen der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Vorgehensmodelle, die als Ausgangsbasis für das ACIP-Modell dienten. Die für unser Modell relevanten Erfahrungswerte aus der Praxis sind Gegenstand des Kapitels 4. In Kapitel 5 wird das ACIP-Modell beschrieben, gefolgt von Kapitel 6, das den Beitrag mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick abschließt.

## **2 ERP Einsatz in global agierenden Unternehmen – Herausforderungen und der Second-Tier ERP Ansatz**

Eine globale ERP-Strategie bewegt sich grundsätzlich in einem Spannungsfeld zwischen konzernweit gültigen und lokal unterschiedlichen Prozessen, Daten und IT-Systemen. Auf der einen Seite bietet eine möglichst globale Betrachtung dieser Bestandteile große Einsparpotenziale [1]. Auf der anderen Seite ergeben sich in einem internationalen Umfeld aufgrund

rechtlicher Anforderungen oder durch lokal bzw. regional unterschiedliche Geschäftspraktiken nahezu zwangsläufige Abweichungen. Darüber hinaus besitzen auch die Landessprachen und Zeichensätze sowie die Währungen und Zeitzonen in den verschiedenen Einsatzländern einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die globale ERP-Strategie [1].

Zur Lösung dieses Spannungsfeldes herrscht derzeit in vielen Konzernen eine sogenannte Single-Tier-ERP-System-Strategie vor. Hierbei wird ein globales ERP-System mit einer möglichst großen Anzahl einheitlicher Prozesse und einer minimalen Anzahl an Systeminstanzen betrieben [5]. Um, falls erforderlich, dennoch lokal abweichende Anforderungen abzudecken, wird oftmals eine sogenannte „Template-basierte ERP-System-Einführung“ durchgeführt. Basis-Funktionalitäten, -Prozesse und -Stammdaten werden hierbei global definiert und im Rahmen eines ERP-System-Templates realisiert. Das Template wird anschließend in den weltweiten Einführungen als Grundlage verwendet und im Rahmen global vorgegebener Grenzen angepasst. Davidenkoff und Werner [1] schlagen hierzu eine abgestufte Behandlung der im Template abgebildeten Elemente vor. Die Entwicklung und Pflege der *Globalen Elemente*, die für alle Tochtergesellschaften verbindlich sind, liegt dabei in der Verantwortung der Unternehmenszentrale. Sie ist ebenso für die Entwicklung und Pflege der sogenannten *Harmonisierten Elemente* zuständig, allerdings können diese Elemente der Ländergesellschaften innerhalb definierter Grenzen erweitert werden. Dadurch ergibt sich eine lokale Flexibilität bei weitgehend homogenen Abläufen und Datenstrukturen. Die sogenannten *Lokalen Elemente* des Templates werden aus rechtlichen Gründen oder Markterfordernissen vollständig lokal realisiert. Allerdings sind lokale Elemente auf ein Minimum zu reduzieren, um das Ziel global standardisierter Prozesse und Funktionen so gut wie möglich zu erreichen.

Neben dieser derzeit vorherrschenden Single-Tier-ERP-Strategie beschäftigt sich laut einer Gartner Studie [5] eine wachsende Anzahl an Unternehmen mit einer als Two-Tier-ERP-System-Strategie bezeichneten Alternative. Hierbei werden ein oder mehrere zusätzliche ERP-Systeme in verschiedenen Unternehmenseinheiten eingeführt und mit dem Haupt-ERP-System in der Konzernzentrale verbunden. In der Gartner Studie [5] werden folgende zentrale Gründe für diese Überlegungen benannt:

- Dynamische Veränderungen und stark abweichende Anforderungen in den globalen Unternehmenseinheiten, die sich schwierig in einem System abbilden lassen.
- Konsolidierung einer heterogenen ERP-System-Landschaft auf wenige Systeme, falls sich diese nicht vollends vereinheitlichen lassen.
- Eine schlechte Kosten-Nutzen-Bilanz des häufig schwergewichtigen globalen ERP-Systems für kleinere Unternehmenseinheiten.
- Eine über 33% Reduzierung der Implementierungskosten, bei gleichzeitiger Reduzierung der Implementierungsdauer um 50%.

Dem gegenüber stehen laut der Studie allerdings unter anderem folgende Risiken:

- Eine komplexere Integration der verschiedenen Unternehmenseinheiten, da hierzu verschiedene Systeme berücksichtigt werden müssen.
- Redundante Stammdaten in den verschiedenen Systemen.
- Höhere Wartungs- und Supportkosten durch eine größere Anzahl an Systemen, Customizings und eine komplexere Gesamtarchitektur.

Von der Gartner Group [5] wurden Empfehlungen zur Behandlung dieser Risiken formuliert. Hierzu gehören die Bereitstellung zentraler Unternehmensfunktionen auf möglichst wenigen Zentralsystemen und eine Beschränkung der Anzahl von Second-Tier-ERP-Systemen auf ein Minimum. Ebenso wird empfohlen, bei den Second-Tier-ERP-Systemen auf Ergänzungsprogrammierung soweit wie möglich zu verzichten.

Die oben erläuterte Template-basierte Einführung von Single-Tier-ERP-Systemen kann auf eine Two-Tier-ERP-Strategie übertragen werden. So können Ergänzungsprogrammierungen minimiert und global einheitliche Funktionen und Prozesse sichergestellt werden. Dazu muss jedoch ein Second-Tier-ERP-System zur Verfügung stehen, das eine große Anzahl an Sprach- und Länderversionen unterstützt.

Das von der SAP AG speziell für kleine und mittlere Unternehmen entwickelte ERP-System SAP Business One erfüllt mit rund 40 Lokalisierungen und 20 unterstützten Sprachen diese Voraussetzung. Darüber hinaus bietet die mitgelieferte Integrationsplattform mit der Bezeichnung B1i eine Basis zur Sicherstellung durchgehender Prozesse und synchroner Stammdaten im Zusammenspiel mit SAP ERP als Haupt-ERP-System.

### 3 Verwandte Vorgehensmodelle und sonstige Forschungsarbeiten

Vorgehensmodelle dienen der Unterstützung einer ingenieurmäßigen Abarbeitung komplexer Problemstellungen [3]. Bei der Recherche nach einem passgenauen Vorgehensmodell für die Einführung von SAP Business One als Second-Tier-ERP-System wurde mit den Schlagworten „erp, global erp, two-tier erp, erp implementation, erp study“ beziehungsweise den entsprechenden deutschen Fachbegriffen gesucht. Dabei wurden die im Internet angebotenen Literaturrecherchedienste der Virtuellen Fachbibliothek Wirtschaftswissenschaften, der DBLP der Universität Trier sowie der Digitalen Bibliotheken ScienceDirect und ACM Digital Library verwendet. Es konnten auf diese Art und Weise keine passgenauen Vorgehensmodelle gefunden werden. Die Recherche führte jedoch zu drei verwandten Modellen bzw. Forschungsarbeiten, die zwar nicht speziell für die Einführung von Second-Tier-ERP-Systemen, aber für ähnliche Einsatzgebiete entwickelt wurden. Beim ersten Modell handelt es sich um *SAP Global ASAP* [6], bei dem die Template-basierte Einführung von ERP-Systemen im Vordergrund steht. Der Template-basierte Ansatz wird hingegen beim Vorgehensmodell *SAP AIP* [7] nur eingeschränkt berücksichtigt. Dafür ist das Modell *SAP AIP* jedoch stark auf die Besonderheiten des ERP-Systems *SAP Business One* ausgerichtet. Beim dritten Modell handelt es sich um das von Shields vorgeschlagene, herstellerunabhängige Vorgehensmodell der schnellen Implementierung [2]. Diese drei Modelle sollen nachfolgend näher in Bezug auf ihre Verwendbarkeit als Vorgehensmodelle für die Einführung von Second-Tier-ERP-Systemen untersucht werden.

Tabelle 1 enthält zu jedem Modell zunächst allgemeine Informationen gefolgt von einer Beschreibung der für die vorliegende Arbeit relevanten Charakteristika. Im dritten Abschnitt der Tabelle 1 werden die drei Vorgehensmodelle in Bezug auf ihren Abdeckungsgrad typischer Tätigkeitsbereiche verglichen. Die Bewertung erfolgte auf Basis der verfügbaren Literatur.

<b>Vorgehensmodelle</b> <b>Eigenschaften</b>	<b>SAP Global ASAP</b>	<b>SAP AIP</b>	<b>Schnelle Implementierung</b>
<b>Allgemeine Informationen zu den Vorgehensmodellen</b>			
<b>Erscheinungsjahr</b>	V3.6 (2008)	V2.0 (2007)	2001
<b>Zielprojektumfeld</b>	Multinationale Einführungen in Konzernen. Berücksichtigt umfangreiche Customizings.	Einführungen mit 13-15 Benutzern ohne aufwändiges Customizing.	Auswahl und Einführung ohne aufwändiges Customizing.
<b>Charakteristika der Vorgehensmodelle</b>			
<b>Projektphasenaufteilung</b>	<u>Template Project:</u> Global Program Preparation, Global Business Requirements, Global Realization, Pilot Final Preparation, Global Template On-going Rollout, Support and Maintenance  <u>Rollout Projects:</u> Local Project Preparation, Local Business Blueprint, Local Realization, Local Preparation, Local Go Live and Support	Projektvorbereitung, Business Blueprint, Projektrealisierung, Produktionsvorbereitung, Produktivstart und Support	<u>Drei Phasen:</u> Vorbereitungsaktivitäten, Projektimplementierung und Nachbereitungsaktivitäten.  Hierin enthalten sind die folgenden  <u>Makro Aktivitäten:</u> Commit, Start, Analysieren, Konfigurieren, Testen, Support, Verändern, Vorbereiten, Management, Inbetriebnahme und Verbessern
<b>Vorgehensweise</b>	Hauptsächlich wasserfallartig. Iterativ Inkrementell für die Ergänzungsprogrammierung	Hauptsächlich wasserfallartig unter Nutzung von Prototypen	In hohem Maße nebenläufig. Die Aktivitäten Analysieren, Konfigurieren und Testen laufen iterativ ab.
<b>Template basiertes Vorgehen</b>	Ja	Nein	Nein
<b>Verfügbare Tools zur Unterstützung</b>	SAP Solution Manager, HTML Offline Version des Modells. MS Office Vorlagen, Checklisten und Richtlinien	HTML Offline Version des Modells. MS Office Vorlagen, Checklisten und Richtlinien	Beschreibung der Methodologie in Buchform. Es sind keine konkreten Tools enthalten.
<b>Vorgesehene Anpassbarkeit an das Projektumfeld</b>	Anpassung der Standards und Richtlinien sowie der Roll-out Roadmap ist vorgesehen.	Keine Anpassungen vorgesehen	Keine Anpassungen vorgesehen
<b>Abdeckungsgrad relevanter Tätigkeitsbereiche durch die Vorgehensmodelle</b> (+++ : vollständige Abdeckung, 0 : keine Abdeckung)			
<b>Projektmanagement</b>	+++	+	++
<b>Multiprojektmanagement</b>	+++	0	0
<b>Change Management</b>	+++	+	++
<b>Qualitätsmanagement (Test- und Freigabeverfahren sowie Vorgaben)</b>	+++	++	++
<b>Ergänzungsprogrammierungen</b>	+++	0	++
<b>IT-Basis Bereitstellung und Support</b>	+++	+	++
<b>Benutzerschulung</b>	+++	++	++
<b>Teamschulung</b>	+++	0	+
<b>Datenmanagement</b>	+++	+	++

Tabelle 1: Vergleich relevanter Vorgehensmodelle

## 4 Empirische Befunde aus der SAP-Anwenderwelt

Nachfolgend sind die empirischen Befunde zusammengefasst, die als relevante Praxiserfahrungen in die Entwicklung unseres Vorgehensmodells einfließen.

### 4.1 Erfahrungswerte eines mittelständischen Fertigungsunternehmens

Die Erfahrungen eines mittelständischen Familienunternehmens des Fertigungssektors mit Firmensitz in Süddeutschland bei der Einführung von Second-Tier-ERP-Systemen werden in diesem Abschnitt beschrieben. Für das Unternehmen sind insgesamt über 2000 Mitarbeiter tätig, wobei mehr als 50% davon auf 27 weltweit verteilte Tochtergesellschaften entfallen. Im Geschäftsjahr 2010 wurde ein Umsatzvolumen von ca. 400 Mio. EUR erwirtschaftet. Als ERP-System für die Unternehmenszentrale in Süddeutschland sowie für große Tochtergesellschaften dient SAP ERP, das in einem eigenen Rechenzentrum am Hauptsitz betrieben wird. Durch die seit dem Jahr 2008 zunehmende Anzahl von Neugründungen kleiner Tochtergesellschaften in Wachstumsmärkten, bestand die Notwendigkeit, auch dort ein geeignetes ERP-System einzuführen. Da das bestehende ERP-System SAP ERP für diesen Anwendungsfall zu hohe Support- und Lizenzkosten verursachte und eine zu lange Einführungsdauer benötigte, musste eine Alternative gefunden werden. Aufgrund der guten Integrationsmöglichkeiten mit dem SAP ERP-System fiel die Wahl auf das speziell für kleine und mittlere Unternehmen entwickelte ERP-Paket „SAP Business One“.

Von Juli 2008 bis Juli 2011 erfolgten daher fünf Implementierungen dieses Systems in den Vertriebstochtergesellschaften in Ungarn, Indien, den Vereinigten Arabischen Emiraten (Dubai), Rumänien und der Ukraine. Im Schnitt sind in diesen Ländern elf Systemanwender aktiv, wobei die Vereinigten Arabischen Emirate mit 30 Anwendern etwas aus der Reihe fallen. Bis auf Dubai werden derzeit alle SAP Business One Installationen zentral auf einer Terminalserverumgebung in Deutschland betrieben.

Um eine möglichst schnelle Implementierung und gute Wartbarkeit der Second-Tier-ERP-Systeme zu erreichen, wird die Strategie einer Template basierten Einführung verfolgt. Im Rahmen des ersten Implementierungsprojekts in Ungarn wurde dazu ein erstes „Muster System“ als globales Template entworfen, das in den weiteren Implementierungsprojekten als Kopiervorlage zur Verfügung gestellt wurde.

Für die Vorgehensweise bei den Implementierungsprojekten wurden keine zwingenden Vorgaben in Form eines Vorgehensmodells gemacht. Stattdessen sollten die ersten Projekte im Sinne eines „Trial and Error“ Verfahrens zur Sammlung von Erfahrungen genutzt werden, die von den Projektleitern umfassend zu dokumentieren waren. Um bei dieser Vorgehensweise dennoch von einem Lerneffekt zu profitieren, wurden sämtliche Projekte von zwei erfahrenen Mitarbeitern aus der zentralen IT-Abteilung geleitet. Der eine Projektleiter wurde mit der Durchführung zweier, der andere mit der Durchführung dreier Projekte betraut. Der intensive Erfahrungsaustausch der beiden Projektleiter führte zu einer gewollten hohen Übereinstimmung bei der Vorgehensweise der Projektabwicklung.

Von einem der beiden beteiligten Projektleiter wurde die über einen Zeitraum von drei Jahren gewonnene, gesamte Projektdokumentation für eine Schwachstellenanalyse genutzt. Zusätzlich zu dieser Analyse wurden Mitarbeiterbefragungen verschiedener Implementierungsprojekte durchgeführt. Es wurden bei dieser Analyse insgesamt 20 Schwachstellen gefunden, die in die folgenden sechs Schwachstellenbereiche gruppiert werden können:



- S1: Unzureichende Unterstützung der Template Erstellung bei der Ersteinführung.
- S2: Kein definierter Weiterentwicklungsprozess für das globale Template.
- S3: Suboptimale Strategie zur Realisierung der Erweiterungsprogrammierungen.
- S4: Fehlende Vorgaben zur nebenläufigen Abarbeitung in den Phasen.
- S5: Nicht abgebildete, wichtige Arbeitsbereiche wie zum Beispiel die Bereitstellung und Administration der projektspezifischen IT-Infrastruktur.
- S6: Fehlende Richtlinien, Standards und Hilfsmittel.

Von den identifizierten Bereichen sind in Bezug auf weitere Implementierungsprojekte auf Basis einer Template-Strategie die Schwachstellenbereiche S2 und S3 als besonders kritisch einzustufen. Dies liegt darin begründet, dass die zu diesen Bereichen gehörenden insgesamt sieben Schwachstellen in Bezug auf die Gesamtheit aller Schwachstellen den größten Einfluss auf weitere Projekte haben [4].

Dadurch, dass die oben genannten Einführungsprojekte ohne einen klar definierten Weiterentwicklungsprozess für das globale Template durchgeführt wurden, sind neue Funktionalitäten nur jeweils in den lokalen Entwicklungsdatenbanken realisiert worden. Völlig außer Acht gelassen wurde dabei die Frage, ob die neu entwickelten Funktionalitäten eine globale Relevanz aufweisen, also auch für weitere Einführungsprojekte oder bestehende Systeme von Bedeutung sein könnten. Die Vernachlässigung dieser Zusatzentwicklungen erschwerte die Übernahme der entwickelten Funktionalitäten in andere Systeme. Zusätzlich führte das zu einem Mehraufwand bei der Wartung und dem Support. Außerdem wurde dadurch die Standardisierung global einheitlicher Prozesse nicht begünstigt.

Ähnliche Produktivitätsverluste wurden bei den Projekten auch dadurch hervorgerufen, dass die im globalen Template vorhandenen Funktionalitäten in einigen Fällen lokal angepasst wurden. Hierdurch war es nicht mehr möglich, eine neuere Version der globalen Funktionalität einfach in das lokale System zu übertragen. Diese musste vielmehr zunächst an die lokalen Anforderungen angepasst werden.

Sechs weitere kritische Schwachstellen lagen in der Realisierung von Erweiterungsprogrammierungen. Zu nennen sind hier insbesondere fehlende Vorgaben für ein strukturiertes Änderungswesen. Besonders am Anfang bestand mangels Erfahrung die Gefahr, durch leichtfertige Genehmigung dieser Anträge die geplante Projektdauer zu überschreiten. Darüber hinaus wurden häufig durch die Anwender Änderungen gefordert, die mit dem ursprünglich geplanten Systemkonzept nicht realisierbar waren.

## **4.2 Ergebnisse einer Unternehmensbefragung**

In einer unternehmensübergreifenden Onlineumfrage zur Vorgehensweise bei der Implementierung von SAP Business One als Second-Tier-ERP-System wurden von uns weitere Erkenntnisse aus der Praxis erhoben. Zielgruppe der Umfrage war der Arbeitskreis „SAP Business One im Konzern“ der Deutschen SAP Anwendergruppe (DSAG) mit 88 Mitgliedsunternehmen. Die Basis dieser Umfrage bildete die oben erwähnte Gartner-Studie [5], welche um eigene Fragestellungen ergänzt wurde. Von den per E-Mail angeschriebenen Unternehmen nahmen zwölf Firmen teil.

Ein wesentliches Kennzeichen der Umfrageteilnehmer ist, dass in ihren Unternehmenseinheiten, bei denen das System SAP Business One genutzt wird, in über 80% der Fälle durchschnittlich nicht mehr als 20 Systembenutzer als „Named User Accounts“ angelegt sind. Die Einführung des Systems wurde im Schnitt mit fünf Projektteammitgliedern in durchschnittlich vier Monaten durchgeführt. Von 80% der Umfrageteilnehmer wurde der Aufwand auf maximal 70 Personentage beziffert. Interessant ist auch, dass hauptsächlich die vertriebs- und buchhaltungsorientierten SAP Business One Module eingeführt wurden, während den Bereichen Produktion und Service eine eher untergeordnete Bedeutung beigemessen wurde. Diese Merkmale entsprechen im Wesentlichen auch den Kennzeichen des im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Fertigungsunternehmens.

Als zentrale Herausforderung gaben 82% der Umfrageteilnehmer Schwierigkeiten durch kulturelle Unterschiede in der Projektdurchführung an. Dieses Ergebnis ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass ein Großteil der teilnehmenden Unternehmen SAP Business One schwerpunktmäßig im internationalen Kontext einsetzt. Aus diesem Grund sollte das interkulturelle Projektmanagement in den Einführungsprojekten einen hohen Stellenwert besitzen.

An zweiter Stelle der wichtigsten Herausforderungen wurden von 45% der Umfrageteilnehmer Probleme durch eine unzureichende Netzwerkanbindung in den Unternehmenseinheiten genannt. Da 82% der Umfrageteilnehmer SAP Business One entweder ausschließlich oder zumindest bevorzugt am Hauptstandort des Unternehmens zentral betreiben, z.B. über einen Terminalserver, ist eine mangelhafte Netzwerkanbindung ein großes Hindernis, was während der Einführung entsprechend berücksichtigt werden muss.

Ebenfalls mit 45% Anteil an zweiter Stelle der wichtigsten Herausforderungen wird von den Teilnehmern eine mangelhafte Abdeckung der erforderlichen Funktionalitäten im Standardumfang von SAP Business One genannt. Für die Unternehmen war es also notwendig, in nicht unerheblichen Umfang eine Ergänzungsprogrammierung durchzuführen, um SAP Business One in den jeweiligen Unternehmenseinheiten einsetzen zu können. Daher ist es von großer Bedeutung, den hierfür erforderlichen Prozess entsprechend zu regeln.

Weitere, im Rahmen der Umfrage, eruierte Herausforderungen liegen im Stammdatenmanagement, in der Kommunikation über verschiedene Zeitzonen sowie in der Verfügbarkeit von Implementierungspartnern mit relevantem Know-how. Letzteres sollte nicht unterschätzt werden. Die Erfahrungen des im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Fertigungsunternehmens haben gezeigt, dass viele SAP Business One Partner lediglich im Geschäft mit kleinen und mittleren Unternehmen Erfahrung haben. Spezielles Konzern-Know-how und Erfahrungen mit länderübergreifenden Prozessen sind hier oftmals nicht vorhanden.

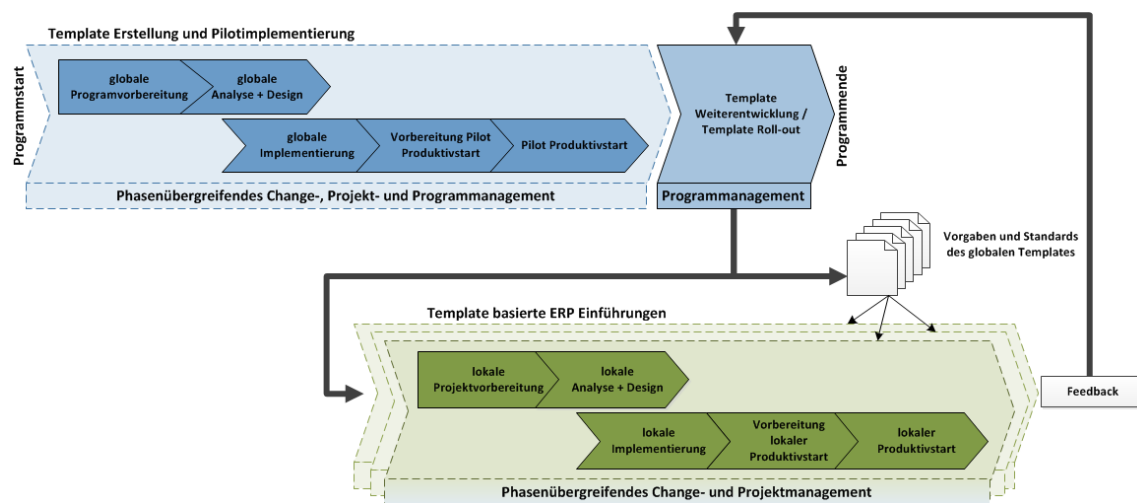
## **5 ACIP – Adaptive Corporate Implementation Program**

Das nachfolgend vorgestellte Vorgehensmodell ACIP (Adaptive Corporate Implementation Program) zielt auf eine Template-basierte Einführung des ERP-Pakets SAP Business One als Second-Tier-ERP-System in Unternehmen mit einer Konzernstruktur ab. Bei der Entwicklung des Modells wurde insbesondere den im Kapitel 4 beschriebenen Erfahrungswerten Rechnung getragen.

Das ACIP-Modell besteht aus neuen Lösungsansätzen und aus Konzepten, die sich in ähnlicher Form in den Vorgehensmodellen von Kapitel 3 wiederfinden. Unser Modellvorschlag orientiert

sich dabei in hohem Maße am Vorgehensmodell SAP Global ASAP [6]. Dies betrifft vor allem die Berücksichtigung konzernspezifischer Aspekte sowie die Arbeitsschritte und Tätigkeiten, die im Rahmen einer Template basierten Einführung notwendig sind. Die im ACIP-Modell definierten Schritte für die Einführung eines einzelnen (lokalen) ERP-Systems lehnen sich an das Vorgehensmodell SAP AIP [7] an. Weiterhin sind im ACIP-Modell auch einzelne Elemente des herstellernerneutralen Vorgehensmodells der schnellen Implementierung nach Shields [2] zu finden.

*Überblick über das ACIP-Modell.* Das Modell besteht aus den beiden in Bild 1 dargestellten Prozessen, zwischen denen Informationsflüsse spezifiziert sind. Jeder Prozess umfasst eine definierte Phasenanzahl.

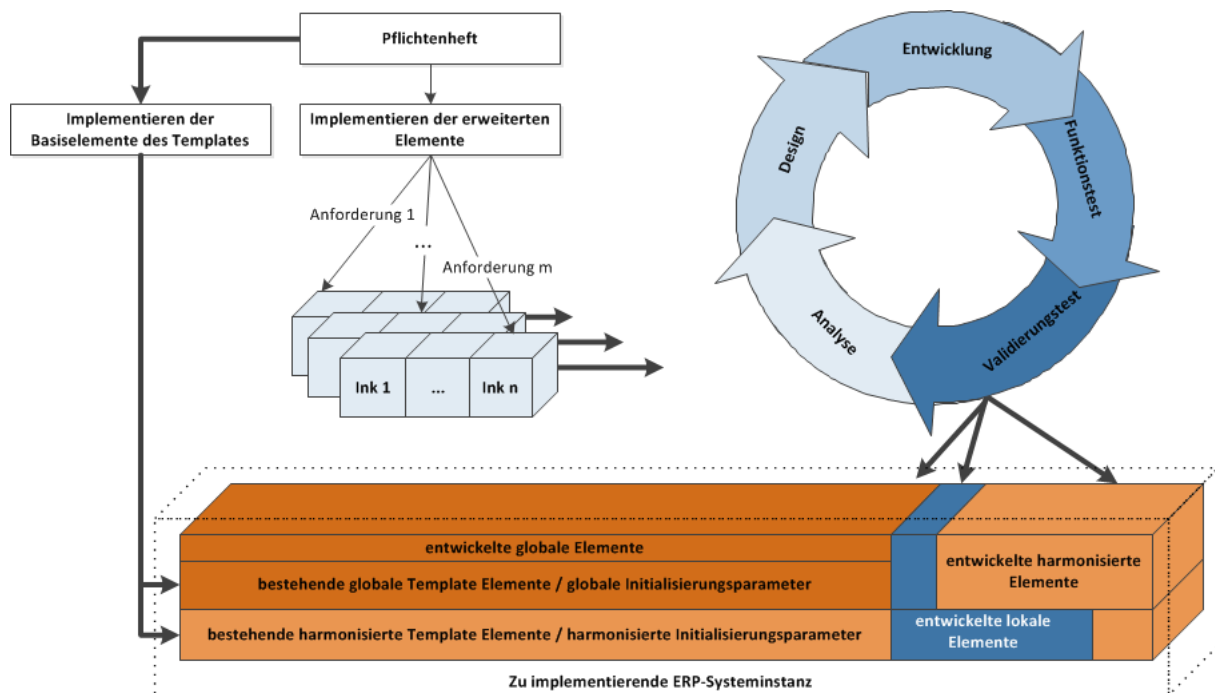


**Bild 1:** Überblick über das ACIP Vorgehensmodell

Im oberen Bereich der Bild 1 ist der Prozess zur Template Erstellung und Pilotimplementierung dargestellt. Die letzte Phase dieses Prozesses (Template Weiterentwicklung / Template Roll-out) ist auf die Weiterentwicklung des globalen Templates fokussiert. Darüber hinaus dient die Phase als Startpunkt für den im unteren Bereich der Bild 1 zu sehenden Template-basierten Roll-out Prozess. Dieser Prozess verwendet die Vorgaben und Standards des globalen Templates und wird für jede ERP- Systemeinführung aufs Neue durchlaufen. Die in den Roll-out-Projekten gesammelten neuen Erfahrungen fließen über eine Feedbackschleife zurück in die Phase der Template- Weiterentwicklung, wo sie entsprechende Weiterentwicklungsaktivitäten anstoßen können. Zusätzlich zu den phasenspezifischen Aufgabenstellungen findet in beiden Prozessen jeweils auch ein phasenübergreifendes Change- und Projekt-Management statt. Für den Prozess der Template-Erstellung und Pilotimplementierung ist ein Programm-Management als weitere allgemeine Aufgabenstellung definiert.

*Die Phasen der Template-Erstellung und Pilotimplementierung.* Die Phase „globale Programmvorbereitung“ dient zur Vorbereitung aller für das Gesamtprogramm erforderlicher Schritte. Die wichtigste Aufgabe dieser Phase besteht darin, den Funktions- und Prozessumfang für das gesamte Programm grob festzulegen. Gegenstand der dann folgenden Phase (globale Analyse und Design) ist die Anforderungsanalyse und die Erstellung des Pflichtenhefts für das globale Template und für die Pilotimplementierung. Darüber hinaus erfolgt in dieser Phase der Grobentwurf der im Rahmen von Ergänzungsprogrammierungen zu erstellenden

zusätzlichen Software Artefakte. Um sicherzustellen, dass in allen zukünftigen Roll-out-Projekten ein hoher Grad an Wiederverwendung dieser Artefakte möglich ist, sind dabei vorrangig globale Elemente oder harmonisierte Elemente zu entwickeln. Wie der Bild 1 entnommen werden kann, darf die nachfolgende Phase (globale Implementierung) zeitlich überlappend beginnen, da die globale Implementierung nicht notwendigerweise die vollständige Erfassung aller Anforderungen bedingt. Durch diese Teil Parallelisierung kann eine Projektbeschleunigung erreicht werden. Die Hauptaufgabe der globalen Implementierung besteht darin, das globale Template zu entwickeln und das auf diesem Template basierende Pilot-system bereit zu stellen. Dazu wird in einem ersten Schritt die globale Systemumgebung, die alle landesübergreifenden Customizings aufweisen muss, initialisiert. In einem weiteren Initialisierungsschritt wird die Pilotentwicklungsumgebung als Clone System dieser globalen Systemumgebung angelegt. Nach diesem Initialisierungsschritt weist das Template sämtliche Basiselemente auf. Die benötigten erweiterten Elemente werden durch eine iterativ inkrementelle Weiterentwicklung des Templates ergänzt. In Bild 2 ist der durch eine entsprechende Entwicklungsrichtlinie vorgegebene Ablauf für Ergänzungsprogrammierungen dargestellt. Die ACIP-Entwicklungsrichtlinie schreibt außerdem den Einsatz von Änderungsanträgen und die Verwendung eines Time Boxings vor.



**Bild 2: ACIP-Richtlinie zur Abwicklung von Ergänzungsprogrammierungen**

In der nächsten Phase (Vorbereitung Pilot Produktivstart) wird eine Kopie der Entwicklungsdatenbank für die spätere Nutzung im Echtbetrieb vorbereitet und produktiv geschaltet. Zusätzlich werden die Anwender geschult. In der nachfolgenden Phase (Pilot Produktivstart) findet der eigentliche Produktivstart sowie ein Anwendersupport statt. Mit dem Abschluss dieser Phase ist das Projekt zur Pilotimplementierung abgeschlossen. Die weitere Abwicklung des Programms zur globalen Second-Tier-ERP-Einführung findet in der Phase „Template Weiterentwicklung / Template Roll-Out“ statt, die den Prozess abschließt.

*Die Phasen des Template basierten Einführungsprozesses.* In der Phase „Lokale Projektvorbereitung“ werden alle zur Vorbereitung der lokalen Einführung erforderlichen Schritte durchgeführt. Die wichtigste Aufgabe stellt hierbei das Festlegen des lokalen Funktions- und Prozessumfangs auf Basis des globalen Templates dar. In der darauf folgenden Phase (lokale Analyse und Design) werden die lokalen Anforderungen analysiert und das Pflichtenheft erstellt. Dabei sind die Initialisierungsparameter und die bereits entwickelten, globalen, beziehungsweise harmonisierten Ergänzungsprogrammierungen sowie weitere Vorgaben des globalen Templates zu berücksichtigen. Für alle zwingenden Anforderungen, die nicht mit bestehenden Basiselementen des Templates abgebildet werden können, sind dabei erweiterte Elemente zu entwickeln. Um eine hohe Wiederverwendbarkeit in weiteren zukünftigen Roll-outs zu gewährleisten, müssen diese erweiterten Elemente entweder globale oder harmonisierte Elemente darstellen. Nur in Ausnahmefällen sind Abweichungen von dieser Vorgabe gestattet. Zur Beschleunigung der Projektdurchführung ist es möglich, mit der Nachfolgerphase (lokale Implementierung) zeitlich überlappend zu beginnen. Dabei werden in dieser Phase zunächst die Basiselemente implementiert. Anschließend werden dann die erweiterten Elemente wie in der Vorphase geplant iterativ inkrementell entwickelt.

In der Phase „Vorbereitung lokaler Produktivstart“ wird auf der (lokalen) produktiven Systemumgebung eine Kopie der Entwicklungsdatenbank angelegt. Außerdem werden die zukünftigen Anwender geschult. In der abschließenden Phase „lokaler Produktivstart“ beginnt die produktive Nutzung des Systems, wobei die Endanwender bei der Lösung typischer Systemanlaufprobleme zu unterstützen sind. Mit dem Ende dieser Phase ist das jeweilige Einführungsprojekt abgeschlossen.

*Diskussion.* Bei der Einführung von ERP-Systemen in komplexen Systemlandschaften können Vorgehensmodelle einen wichtigen Beitrag zur Einhaltung von Budget- und Zeitrestriktionen leisten. Bekannte und in der („konventionellen“) ERP-Praxis erprobte Vorgehensmodelle weisen Schwachstellen bei einer Verwendung in Systemlandschaften auf, wenn der noch relativ neue Second-Tier-ERP-Ansatz zu Grunde liegt. Das ACIP- Vorgehensmodell wurde zu einem großen Teil auf Basis praktischer Erfahrungen bei der Implementierung einer Second-Tier-ERP-Strategie entwickelt. Im Vergleich zu herkömmlichen Vorgehensmodellen weist es daher deutliche Vorteile auf.

Bei einer Einhaltung der ACIP-Modellvorgaben wird zwangsläufig eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Globalen Templates sichergestellt. Dies wiederum erleichtert die Übernahme von Änderungen am Template in neue und bestehende Systeminstanzen.

Die ACIP-Entwicklungsrichtlinie wurde so gestaltet, dass sie die spezifischen Anforderungen der Ergänzungsprogrammierung im Kontext globaler Template basierter Roll-out Prozesse berücksichtigt. Die Richtlinie basiert auf der Best-Practice Davidenkoffs [1], bei der globale, harmonisierte und lokale Elemente logisch voneinander getrennt werden. Zusätzlich wird eine iterative und inkrementelle Vorgehensweise mit Time-Boxing und Änderungsanträgen vorgeschrieben. Dadurch ist eine systematisch gesteuerte und zeitnahe Umsetzung geänderter Benutzeranforderungen möglich, ohne die Qualität der Systemarchitektur zu gefährden oder die Projektlaufzeit zu überschreiten. Im ACIP-Modell ist durch diese Gestaltungsmaßnahme ein geeigneter Freiraum vorgesehen für die Eigenentwicklung notwendiger landesspezifischer Zusatzelemente.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurde von uns ein Modell vorgestellt, das ein Vorgehen zur Einführung von ERP-Systemen im Rahmen einer Second-Tier-ERP-Strategie definiert. Unser Vorschlag basiert dabei auf Konzepten, die sich bereits vielfach im Rahmen methodengestützter ERP-Einführungsprojekte bewährt haben. Insbesondere sind hier der Template-Ansatz von Global ASAP und die im Modell SAP AIP vorgesehenen Richtlinien und Best Practices zur Systeminitialisierung zu nennen. Neben der Übernahme bewährter Konzepte sind in die Entwicklung unseres Vorgehensmodells auch praktische Erfahrungen eingeflossen. Hauptsächlich wurden hierzu die Projekte eines mittelständischen Fertigungsunternehmens zur Umsetzung einer solchen Strategie mittels des ERP-Pakets SAP Business One analysiert. Ferner flossen auch, durch eine Webumfrage ermittelte, Erkenntnisse vergleichbarer Unternehmen bei der Einführung dieses ERP-Pakets mit ein. Obwohl es sich bei diesen Praxiserfahrungen um Erfahrungen mit einem herstellereigenen ERP-Paket handelt, gehen wir davon aus, dass sich unser Vorgehensmodell nicht nur zur Einführung von SAP Business One eignet. Wir nehmen an, dass sich auch andere ERP-Pakete, die einen Template Ansatz unterstützen, reibungslos mit unserer Vorgehensweise als Second-Tier-ERP-System einführen lassen. Es steht außer Frage, dass die im ACIP-Vorgehensmodell nicht weiter detaillierten Aufgabenbereiche Projekt- und Change-Management auf das spezifische Unternehmensfeld abgestimmt werden müssen. Zur Überprüfung unserer Annahmen hinsichtlich der allgemeinen Einsetzbarkeit des ACIP-Modells planen wir die Durchführung einer entsprechenden Studie, bei der von Anwender- und Beratungsunternehmen das ACIP-Modell beurteilt werden soll.

## 7 Literatur

- [1] Davidenkoff, A; Werner, D (2008): Globale SAP Systeme – Konzeption und Architektur. SAP PRESS, Bonn.
- [2] Shields, M (2002): ERP-Systeme und E-Business schnell und erfolgreich einführen. Wiley-VCH, Weinheim.
- [3] Brugger, R (2005): IT-Projekte strukturiert realisieren, 2. Auflage. Vieweg+Teubner, Wiesbaden.
- [4] Brümmer, D (2011): ACIP – Ein Vorgehensmodell zur Einführung von SAP Business One als Second-Tier ERP-System in global agierenden Unternehmen. Bachelor Thesis, Hochschule Pforzheim.
- [5] Gartner (2010): Two-Tier ERP Suite Strategy: Considering Your Options, <http://www.microsoft.com/presspass/itanalyst/docs/07-28-10ERP.aspx>. Abgerufen am 25.02.2011.
- [6] SAP (2008): SAP Global ASAP Template Roadmap, <https://sapmats-de.sap-ag.de/download/download.cgi?id=RZC5UCRN42X9X94YNWI32G8P5GVHYAGO5PUGGCHR39YYA6AH9A>. Abgerufen am 25.02.2011.
- [7] SAP (2007): SAP Business One AIP, [https://websmp202.sap-ag.de/~sapidb/011000358700001690122008D/AIP\\_20\\_German.zip](https://websmp202.sap-ag.de/~sapidb/011000358700001690122008D/AIP_20_German.zip). Abgerufen am 02.02.2011.

# **IT-Transformationsprogramme: Visualisierung von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen auf IT-Landkarten**

**Marcus Kaiser**

Senacor Technologies AG, 80636 München, E-Mail: [marcus.kaiser@senacor.com](mailto:marcus.kaiser@senacor.com)

**Michael Gillig**

Project Partners, 80687 München, E-Mail: [m.gillig@project-partners.de](mailto:m.gillig@project-partners.de)

## **Abstract**

Die Steuerung von großen IT-Transformationen umfasst ein breites Spektrum an Aufgabenfeldern. Der vorliegende Beitrag identifiziert zunächst, dass zwei dieser Aufgabenfelder, Multiprojekt-Management und Enterprise Architecture Management, bislang weitgehend losgelöst voneinander adressiert werden. Dementsprechend wird anforderungsgetrieben ein konkretes Visualisierungskonzept gestaltet, welches steuerungsrelevante Informationen aus beiden Aufgabenfeldern kombiniert und daher verdichtet darstellt. Die Evaluation erfolgt anhand eines großen IT-Transformationsprogramms.

## **1 Einführung**

Wissenschaft und Praxis können mittlerweile für einzelne IT-Projekte vergleichsweise gute Handlungsempfehlungen geben. Die Erforschung von IT-Transformationsprogrammen (ITTP) steht hingegen noch am Anfang, da dort eine Vielzahl einzelner IT-Projekte geplant, gesteuert und umgesetzt werden, um komplexe IT-Landschaften gemäß der Unternehmensziele zu verändern. Durch das Zusammenspiel von weiterhin getätigten IT-Investitionen einerseits und eine oftmals immer noch mangelhafte Umsetzung von IT-Governance-Strukturen andererseits liegt der Schluss nahe, dass sich in vielen Unternehmen die Komplexität der IT-Landschaften weiterhin erhöht. Als Folge werden verstärkt ITTP zu deren Restrukturierung gemäß der Unternehmensziele aufgesetzt.

Die Steuerungsfunktion derartiger Programme muss ein breites Aufgabenspektrum innerhalb eines zumeist komplexen und dynamischen Umfelds wahrnehmen. Dies macht es für die entsprechenden Aufgabenträger nahezu unmöglich, alle Aktivitäten innerhalb eines ITTP im Detail zu überwachen und zu kontrollieren. In der Praxis unterstützen daher aggregierte Darstellungen von steuerungsrelevanten Informationen hinsichtlich verschiedener Aspekte

derartige Managementaufgaben. Dabei ist zu beobachten, dass die verschiedenen Teilaufgaben häufig auf losgelöst voneinander erstellte Berichte zugreifen und Entscheidungen somit oftmals ohne die Grundlage einer aufgabenübergreifenden Darstellung von relevanten Informationen getroffen werden.

Sehr selten (wie auch der folgende Literaturüberblick zeigt) erfolgt eine integrierte Darstellung von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen sowie einer Unternehmensarchitektur. Dies ist bemerkenswert, da die Steuerungsfunktion von ITTP zur Aufgabe hat, diese so zu planen und zu steuern, dass der Wertbeitrag maximiert wird und sich Unternehmensarchitektur gemäß der Unternehmensstrategie entwickelt. Daher stellt sich die folgende Forschungsfrage: *Welche Vorteile bietet die Darstellung von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen eines ITTP auf Visualisierungen der Unternehmensarchitektur bei der Steuerung eines ITTP?*

Um diese – klassisch an der Schnittstelle zwischen Betriebswirtschaftslehre und Informatik angesiedelten – Frage zu beantworten, stellt der vorliegende Beitrag im nächsten Kapitel zunächst den entsprechenden Stand der Literatur dar. Hierauf aufbauend werden in Kapitel 3 die Vorteile einer Darstellung von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen eines ITTP innerhalb von Unternehmensarchitekturmodellen analysiert. Auf dieser Basis werden Anforderungen an derartige Visualisierungen formuliert, mit Hilfe derer dann ein entsprechendes Konzept definiert wird. Abschließend wird die praktische Anwendung des Konzepts im Rahmen eines ITTP bei einem großen deutschen Unternehmen dargestellt. Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick auf weitere Fragestellungen gegeben.

## 2 Literatur

Gemäß Kenntnisstand der Autoren ist das Management von IT-Transformationen als gesamtgesellschaftlicher, abgeschlossener Prozess bislang kein Gegenstand wissenschaftlicher Literatur, weswegen auch keine einheitliche Definition des Begriffs IT-Transformationsmanagements existiert. Daher soll an dieser Stelle eine vergleichsweise ausführliche Begriffsbestimmung vorgenommen werden, um den weiteren Fortgang der Arbeit in die bestehende Literatur einbetten zu können.

Im Rahmen einer IT-Transformation werden die IT-Vermögensgegenstände (ITVG) einer bestehenden Unternehmensarchitektur [2] schrittweise so verändert, dass sie der zu Beginn der Transformation zu definierenden Ziel-Unternehmensarchitektur entsprechen. Dieser Transformationsprozess ist gekennzeichnet durch eine Vereinheitlichung von Daten (z.B. Migrationen von Datenbeständen) und Funktionen (z.B. Services zur Vereinheitlichung von inkonsistenter und Abschaffung redundanter Funktionalität), welche wiederum die Abschaltung von bestehenden (Teil)Systemen sowie die Konzeption und Umsetzung neuer (Teil)Systeme erfordert. Durch diesen Prozess an sich sowie die Erreichung der Ziel-Unternehmensarchitektur sollen die Unternehmensziele besser erreicht werden als dies ohne die IT-Transformation der Fall wäre. Der Transformationsprozess wird i.d.R. in Form einer Vielzahl von IT-Projekten durchgeführt, die zu einem ITTP zusammengefasst werden. Das Management einer IT-Transformation umfasst ihre Planung, Organisation und Steuerung hinsichtlich Umfang, Wertbeitrag, Zeit und Qualität. Zeitlich lässt sich ein Programm in die initiale Planungsphase vor dem Beginn der eigentlichen Projekte und die Phase der Projektarbeit unterscheiden.



In der Praxis werden solche dedizierte ITTP i.d.R. nur von Großunternehmen begangen, die eine hinreichend umfangreiche Unternehmensarchitektur aufweisen. Dementsprechend erstreckt sich die Dauer häufig über einen längeren Zeitraum (mehrere Jahre).

Anhand dieser Bestimmung des Begriffs IT-Transformationsmanagements wird deutlich, dass mehrere Themengebiete der Wirtschaftsinformatik in diesem Prozess eine Rolle spielen. Im Weiteren soll der Stand der Literatur zu den folgenden beiden dieser Themengebiete aufgezeigt werden, da diese für die Beantwortung der Forschungsfrage relevant sind:

- Multiprojekt-Management  
(mit Schwerpunkt auf hierfür benötigte betriebswirtschaftliche Kennzahlen)
- Enterprise Architecture Management  
(mit Schwerpunkt auf die Abbildung von ITVG innerhalb der Unternehmensarchitektur)

Kriterium für die Auswahl aus Literatur war im Folgenden deren Bezug zu IT-Projekten.

## 2.1 Multiprojekt-Management

Eine Teilaufgabe des Multiprojekt-Managements im Rahmen einer IT-Transformation ist die Auswahl der IT-Projekte, welche innerhalb des ITTP durchgeführt werden sollen. [15] bezeichnet diesen Prozess als IT-Portfolio-Management (ITPM) und definiert ihn als „die Koordination aller zur Verfügung stehender IT-Investitionen (IT-Projekte) wie z. B. Investitionen in IT-Infrastruktur, Anwendungssysteme und IT-Services und bereits im Unternehmen eingesetzter IT-Vermögensgegenstände [...] zur bestmöglichen Erreichung der Unternehmensziele unter der Nebenbedingung einer gegebenen Ressourcenverfügbarkeit [...]“. Darüber hinaus müssen im Rahmen des ITPM der Wertbeitrag eines IT-Projekts und das mit dem Projekt verbundene Risiko, inter- und intratemporale Abhängigkeiten zwischen IT-Projekten sowie der „strategische[...] Fit (wie gut ein IT-Vermögensgegenstand oder IT-Projekt die Unternehmensziele unterstützt bzw. sich für die unternehmensweite Architektur eignet)“ eines IT-Projekts berücksichtigt werden [15]. Die Auswahl der innerhalb eines ITTP umzusetzenden IT-Projekte erfolgt schwerpunktmäßig in der initialen Planungsphase. Wegen des oft langen Zeitraums derartiger Programme erfordert es das dynamische Umfeld der Unternehmen aber oftmals, dass das Projektportfolio auch nach der initialen Planungsphase gemäß den genannten Kriterien ergänzt bzw. reduziert wird.

Die obige Definition zeigt auch, dass es im Rahmen des Multiprojekt-Managements nicht nur gilt, IT-Projekte auszuwählen, sondern diese in eine zeitliche Abfolge einzuordnen [11]. Hierbei gilt es, die Wechselbeziehungen zwischen den Ergebnissen der einzelnen IT-Projekte zu berücksichtigen [8]. Speziell bei ITTP werden dabei einzelne, weitgehend unabhängig voneinander durchführbare Projekte in sogenannte Releases zusammengefasst. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist es eine weitere Teilaufgabe des Multiprojekt-Managements, die IT-Projekte auch hinsichtlich ihrer Kosten zu planen und zu steuern [1], um sicherzustellen, dass der geplante Wertbeitrag eines IT-Projekts realisiert wird. Hierzu bietet die Literatur eine Fülle an Kennzahlen, die den Projektfortschritt messen (z.B. Earned Value Analysis [3]).

## 2.2 Enterprise Architecture Management

Die oben zitierte Konkretisierung des „strategischen Fit“ als Eignung eines IT-Projekts hinsichtlich der unternehmensweiten Architektur bildet die Nahtstelle zu einer weiteren Teilaufgabe des Managements von IT-Transformationen, dem Enterprise Architecture Management.

Hinter der Unternehmensarchitektur (Enterprise Architecture) „steht die Idee, die wichtigsten Artefakte eines Unternehmens und deren Beziehungen in Form von Modellen abzubilden. Die Modellbildung verfolgt das Ziel, auf einer aggregierten Ebene die gegenseitigen Abhängigkeiten der Gestaltungsgegenstände eines Unternehmens im Ist-Zustand (zum Zweck der Dokumentation wie auch der Analyse) und in Soll-Zuständen (zum Zweck der Planung) zu beschreiben.“ [2]. Für die Steuerung von ITTP ist der Überblick über komplexe Interdependenzen zwischen den IT-Projekten und über wechselseitige Einflüsse auf die unterschiedlichen Ebenen der Unternehmensarchitektur von entscheidender Bedeutung [11, 14]. In der Literatur wird dabei regelmäßig betont, dass sich auch die Strategie („strategischer Fit“) eines Unternehmens in seiner Architektur widerspiegelt [2]. Im Rahmen von IT-bezogener Literatur wird besonders auf IT-Artefakte (im Folgenden gemäß der Definition von ITPM als ITVG bezeichnet) im Rahmen der Unternehmensarchitektur abgezielt [12]. Oben beschriebene Modelle erfüllen während der Projektlaufzeit im Rahmen von Transformationsprogrammen gemäß einer Umfrage unter Architekturmanagern folgende strategische Aufgaben (siehe [12], speziell bezogen auf ITVG):

- Kommunikation der Unternehmensarchitektur
- Projektarbeit/Entwicklung von Projektarchitekturen
- Prüfung der Architekturkonformität von Änderungsvorhaben

Konkrete Visualisierungen derartiger Modelle der Unternehmensarchitektur (speziell der ITVG) lassen sich in die Kategorien Clusterkarte, Kartesische Karte und Graphlayoutkarte einteilen [4]. Dabei ist eine *Clusterkarte* eine Architekturlandkarte, welche mit Hilfe von Positionierung darstellt, wie Objekte (z.B. Applikationen) in größere logische Einheiten (z.B. Organisationseinheiten) gruppiert werden. Dadurch wird die graphische Darstellung des Objekts in die graphische Darstellung der logischen Einheit eingeordnet. Charakteristisch für *kartesische Karten* sind Elemente, die entlang einer horizontalen und einer vertikalen Achse angeordnet sind. Eine *Graphlayoutkarte* benutzt die bekannte Knoten- und Kanten-Logik, wobei mit der Position keine Semantik verknüpft wird.

### 2.3 Betriebswirtschaftliche Kennzahlen in Modellen der Unternehmensarchitektur

Die bisherigen Ausführungen dieses Kapitels unterstreichen die Aussage aus der Einleitung, dass das Multiprojekt-Management und das Enterprise Architecture Management wesentlicher Bestandteil von ITTP sind und diese beiden Aufgaben in der Literatur zumeist getrennt voneinander behandelt werden. Zwar entwirft [13] einen Ansatz zur wertorientierten Gestaltung von Unternehmensarchitekturen – eine Verortung der Bewertungskriterien innerhalb der Unternehmensarchitektur erfolgt aber nicht. Vereinzelt wird in der wissenschaftlichen Literatur die Möglichkeit erwähnt, Kennzahlen auf Darstellungen von ITVG einzusetzen. So nennt [7] „wirtschaftliche Aspekte“ als einen abzubildenden Aspekt von ITVG. Konkret sollen u. a. verschiedene Kostenarten (Anschaffung, Wartung, Betrieb etc.) visualisiert werden. Eine Abbildung betriebswirtschaftlicher Fachlichkeit schlagen [5] in Form sog. *Business Capabilities* vor, jedoch ohne Verortung von Kennzahlen. Die praxisorientierte Literatur ist hier einen Schritt weiter: So schlagen [6] ein Kostenzuordnungsmodell vor, welches den Objekten innerhalb einer Ebene der Unternehmensarchitektur ihre Kosten zuordnet. Allerdings werden die Ergebnisse nicht speziell für die Steuerungsfunktion eines ITTP bestimmt. Zudem erfolgt

keine Einordnung des Ansatzes in die bisherigen Erkenntnisse. Mit ihrem Vorschlag bringen [6] aber den Bedarf in der Praxis nach wissenschaftlich fundierten Ansätzen zum Ausdruck.

### 3 Konzept

Mit Bezug auf diesen Bedarf soll nun im Folgenden zunächst untersucht werden, inwieweit eine Darstellung ökonomischer Kennzahlen im Rahmen des Multiprojekt-Managements in Darstellungen von ITVG für die Steuerung von ITTP vorteilhaft ist. Wie skizziert, umfasst die Steuerungsfunktion eines ITTP mehrere Aufgabenfelder, von denen hier das Multiprojekt-Management und das Enterprise Architecture Management betrachtet werden. Zur Erfüllung dieser Aufgaben wird häufig auf unabhängig voneinander erhobene Informationen zurückgegriffen. Dadurch besteht das Risiko, dass Informationen aus verschiedenen Aufgabenfeldern zueinander inkonsistent sind. Werden diese Informationen aufgabenübergreifend dargestellt, erhöht sich tendenziell die Wahrscheinlichkeit, solche Inkonsistenzen aufzudecken und zu klären. Beispielsweise kann durch eine ganzheitliche Abbildung aller Auszahlungen für geplante IT-Projekte neue ITVG identifiziert und IT-Landkarten entsprechend vervollständigt werden. Auch kann im Rahmen der Erhebung bzw. Aktualisierung einer IT-Landkarte bspw. Informationen über bislang nicht integrierte und daher nicht gesteuerte ITVG gewonnen werden.

Ein weiterer Vorteil von aufgabenübergreifenden Darstellungen von Informationen liegt in der höheren Transparenz über wechselseitige Einflüsse. Auf der aggregierten Ebene der Steuerungsfunktion erleichtert diese Transparenz das Aufdecken von bislang unbekannten Zusammenhängen. So kann bspw. die Verortung von ex ante geschätzten Aufwandszahlen (in Personentagen oder Geldsummen) für verschiedene Projekte in Applikationskarten Erkenntnisse darüber liefern, innerhalb welcher Bereiche der Unternehmensarchitektur aufgrund von Verzögerungen in verschiedenen Projektphasen erhöhter Investitions- bzw. Ressourcenbedarf besteht. Diese Erkenntnisse wären auf Basis einer rein projektorientierten, lokalen Sichtweise nur mit tendenziell höherem Zeitaufwand bzw. u. U. gar nicht erkennbar.

Da in den beiden Aufgabenfeldern i. d. R. unterschiedliche Informationen benötigt werden, erfordert die aufgabenübergreifende Darstellung eine problemangemessene Verdichtung der zugrunde liegenden Informationen. Derartige Verdichtungen sind auf Ebene von Steuerungsfunktionen (Management) – welche die im Rahmen des vorliegenden Beitrags entwickelten Konzepte unterstützen soll – üblich. Dementsprechend sollen die vorgeschlagenen aufgabenübergreifenden Darstellungen bislang bestehende Konzepte nicht ersetzen, sondern komplementär hierzu eingesetzt werden.

#### 3.1 Vorgehensweise

Die Möglichkeiten zur Darstellung von ökonomischen Kennzahlen auf IT-Landkarten sind vielfältig. Im Rahmen der unten dargestellten Praxisevaluation wurden daher für bestimmte Szenarien (u. a. Analyse des Personalressourcenbedarfs, Analyse der Kostenschätzungstreue und Programmstatusanalyse mit Bezug zur IT-Architektur) im Rahmen der Steuerung eines ITTP eigene Konzepte zur Kennzahlendarstellung entwickelt. Für jedes Konzept wurden jeweils folgende problemspezifische Anforderungen aufgestellt:

- Kartentyp: Anforderungen zur Ermittlung des geeigneten Typs der IT-Landkarte
- Metrik: Anforderungen zur Erarbeitung einer – auf ökonomischen Kennzahlen basierenden – Metrik, um die darzustellenden Top-Kennzahlen zu ermitteln
- Verortung: Anordnung der Top-Kennzahlen auf den Elementen der IT-Landkarte
- Visualisierung: Anforderungen an die problemspezifische Visualisierung der Kennzahlen, d. h. Ersetzen der numerischen Werte durch grafische Darstellungen

Anforderungen zu diesen vier Aspekten werden auch im Folgenden zugrunde gelegt, um das Konzept einer konkreten IT-Landkarte mit ökonomischen Kennzahlen als Artefakt zu gestalten. Aus Platzgründen soll an dieser Stelle lediglich ein Konzept im Detail dargestellt werden, nämlich als Lösung für das Problem des Wertbeitragsrisikos von ITVG. Bei diesem Konzept zeigte sich im Rahmen der Praxisevaluation, dass frühzeitig mögliche Auswirkungen von Verzögerungen an einzelnen ITVG auf den Wertbeitrag von IT-Projekten erkannt wurden.

### 3.2 Szenario: Wertbeitragsrisiko von IT-Vermögensgegenständen

Da IT-Projekte zum Ziel haben, Geschäftsprozesse und ITVG zu transformieren bzw. neu zu schaffen, setzen sie i. d. R. fachliche Anforderungen zur Generierung von Wertbeiträgen um. Zu einem Zeitpunkt finden im Rahmen eines ITTP eine Vielzahl derartiger IT-Projekte statt, die wiederum Geschäftsprozesse bzw. ITVG adressieren. Dabei entsteht das oben bereits skizzierte Problem, dass zeitliche Abhängigkeiten zwischen den einzelnen IT-Projekten und deren Lieferungen in Form veränderter ITVG abgebildet werden müssen.

Zu den etablierten Ansätzen zur Projektplanung gehört die Netzplantechnik [9]. Diese bietet Möglichkeiten, intertemporale Abhängigkeiten zwischen Arbeitspaketen und Projektmeilensteinen zu modellieren und kann damit als Planungs- und Steuerungsinstrument für verteilte Projektarbeit dienen.

Beim hier betrachteten Problem stößt die Anwendung der Netzplantechnik jedoch an ihre Grenzen: Bei großen Portfolios an IT-Projekten mit dezentral geführten Projektplänen gestaltet sich die Modellierung projektübergreifender Abhängigkeiten als komplexe Aufgabe. Zwar lassen sich direkte Vor- und Nachfolgerbeziehungen noch mit vertretbarem Aufwand (bei allerdings erhöhten Kommunikationsaufwand) abbilden, allerdings ist die praktische Anwendung bislang nur für wenige Fälle bekannt geworden [9]. Zudem stellt sich im vorliegenden Fall die Einbeziehung architektonischer Abhängigkeiten zwischen Projektergebnissen bedingt durch systemübergreifende Datenflüsse und funktionale Beziehungen zwischen ITVG als schwierig dar. Letzteres gilt insbesondere dann, wenn – wie in der Praxis häufig anzutreffen – IT-Projekte in einen betriebswirtschaftlichen (auf die Geschäftsprozesse ausgerichteten) und einen technischen (auf die ITVG ausgerichteten) Teil getrennt werden.

Derartige projektübergreifende Beziehungen werden innerhalb der einzelnen Projekte oft nicht hinreichend bekannt und stellen damit ein potentiell Risiko für das Erreichen von Transformationszielen dar. Daher sollen im Folgenden Anforderungen entwickelt werden, die eine IT-Landkarte erfüllen soll, um zu zeigen, welche ITVG hinsichtlich des Wertbeitrags der IT-Projekte innerhalb eines ITTP ein Risiko darstellen.

### 3.2.1 Kartentyp

Aus einer IT-Landkarte sollen zunächst die Wertbeiträge aller zu einem bestimmten Zeitpunkt laufenden IT-Projekte dargestellt werden. Da Wertbeiträge in der Regel auf Grundlage der Veränderung von Prozesskosten ermittelt werden bzw. auf Prozesskosten umgelegt werden können, soll der verwendete Kartentyp ermöglichen die betroffenen Prozesse abzubilden. Um sichtbar zu machen, welche ITVG diese Wertbeiträge durch Änderungsvorhaben beeinflussen, sollen diese, sowie deren Beziehungen zueinander ebenfalls darstellbar sein.

### 3.2.2 Metrik

Zur Abbildung des soeben geforderten Zusammenhangs werden im Folgenden – basierend auf vereinfachenden, explizierten Annahmen – Kennzahlen für Verzögerung und Wertbeitrag definiert, sowie der Zusammenhang zwischen den beiden Größen dargestellt.

*Annahme 1:*  $PC_t^G$  ( $\in [0;1]$ ) gibt den Anteil derjenigen Aktivitäten zur Transformation eines ITVG  $G$  an, der zum Zeitpunkt  $t$  ( $\in [0;1]$ ) gemäß vorheriger Planung erledigt sein soll (Planned Cost). Vereinfachend sei angenommen, dass je Zeiteinheit ein gleichbleibend konstanter Anteil abgearbeitet werden soll.  $EV_t^G$  ( $\in [0;1]$ ) gibt an, welcher Anteil der Aktivitäten zur Transformation eines ITVG zum Zeitpunkt  $t$  tatsächlich erreicht ist (Earned Value).

Im Idealfall (d. h. der Verlauf tritt ein wie geplant) gilt:  $EV_t^G = PC_t^G$ . Als Maß für die Verzögerung diene die Differenz zwischen geplantem und tatsächlichem Arbeitsfortschritt:

$$V_t^G = EV_t^G - PC_t^G$$

Der Wertebereich von  $V_t^G$  ergibt sich unter den getroffenen Annahmen zu  $[-1;1]$ : Sofern  $V_t^G$  positiv ist, besteht zum Zeitpunkt  $t$  keine Verzögerung. Ist  $V_t^G = 0$ , entspricht der tatsächliche Arbeitsfortschritt dem geplanten zum Zeitpunkt  $t$ . Ist  $V_t^G$  hingegen negativ, besteht aktuell eine Verzögerung.

*Annahme 2:* Der Wertbeitrag  $W^A$  einer Prozessänderung  $A$  sei monetär messbar. Jede Verzögerung über  $t = 1$  hinaus führt zu einer Verminderung des Wertbeitrags  $R_t^A$  der Prozessänderung (für  $t > 1$ ). Der Wertbeitrag  $W^P$  eines IT-Projekts  $P$  setze sich aus den Wertbeiträgen der Prozessänderungen zusammen, die in einem Projekt vorgenommen werden.

Der Wertbeitrag  $W^P$  dient bereits in der initialen Phase eines ITTP zur Selektion von Projekten und kann aus den erwarteten projektbezogenen Zahlungsüberschüssen (Einzahlungen minus Auszahlungen) bestimmt werden. Beispiele für erhöhte Einzahlungen sind höhere Umsätze aufgrund neuer Business Capabilities, reduzierte Personalkosten durch Automatisierung von Prozessschritten, eingesparte Hardware-, Lizenz- und Betriebskosten wg. Abschaltung bestehender Systeme. Demgegenüber stehen die unmittelbar zurechenbaren Auszahlungen zur Umsetzung des IT-Projekts.

Ein Wertbeitrag kann auch negativ sein (z. B. IT-Unterstützung zur Umsetzung regulatorischer Anforderungen) bzw. nicht oder nur unscharf monetär messbar sein (z. B. Risikoreduktion durch Automatisierung bislang manueller Prozessschritte). Letzteres wird bei der Visualisierungsanforderung berücksichtigt.

*Annahme 3:* Auf Basis der Verzögerungsmaße der ITVG, die von einem IT-Projekt transformiert werden, kann die erwartete Verminderung  $R^A_t$  der zugehörigen Prozessänderungen bestimmt werden. Dabei bestimme das Maximum aller Verzögerungen der ITVG die Wertbeitragsverminderung.

Auf eine exakte mathematische Formulierung des Zusammenhangs zwischen den Verzögerungen aller ITVG untereinander (wie sie z. B. über Korrelationen möglich wäre) und zwischen Verzögerungen und Wertbeiträgen wird an dieser Stelle verzichtet, da dies zu hohem operativen Aufwand führen würde, dem aber nur ein überschaubarer Nutzen durch Genauigkeitsgewinn gegenübersteht.

### 3.2.3 Verortung

Das Verzögerungsmaß  $V^G_t$  wird auf den ITVG, die zum Zeitpunkt  $t$  transformiert werden, verortet. Damit wird der Zusammenhang zwischen IT-Architektur und Kennzahlen aus dem IT-Projektmanagement hergestellt.

Wie im vorherigen Kapitel angenommen, sei der Wertbeitrag eines jeden IT-Projektes bekannt. Aufgrund der funktionalen Beziehungen zwischen den Elementen, wirkt sich jede Transformation eines ITVG monetär auf die Prozesskosten aus. Wie oben angenommen, seien diese Zusammenhänge bekannt. Damit können die Wertbeiträge der IT-Projekte auf den Prozesselementen der IT-Landkarte verortet werden. Durch diese Anordnung entsteht eine Sicht, die projektübergreifende Abhängigkeiten durch architektonische Beziehungen, Projektverzögerungen und Wertbeitragsrisiko integriert darstellt.

Im nächsten Schritt werden nun die kalkulierten Kennzahlen im Schichtenarchitekturmodell visualisiert. Dadurch ergibt sich eine Darstellung, die es ermöglicht zu erkennen, welcher ITVG (und damit implizit welche damit zusammenhängende Projekte) welches Risiko auf den Wertbeitrag der Transformation darstellt.

### 3.2.4 Visualisierung

Das Konzept zeige jeweils die Auswirkung der Verzögerung eines einzelnen ITVG an. Dies erscheint angebracht, da Annahme 3 besagt, dass nur jeweils die Auswirkung der größten Verzögerung von zwei oder mehreren ITVG auf die zugehörigen IT-Projekte betrachtet wird.

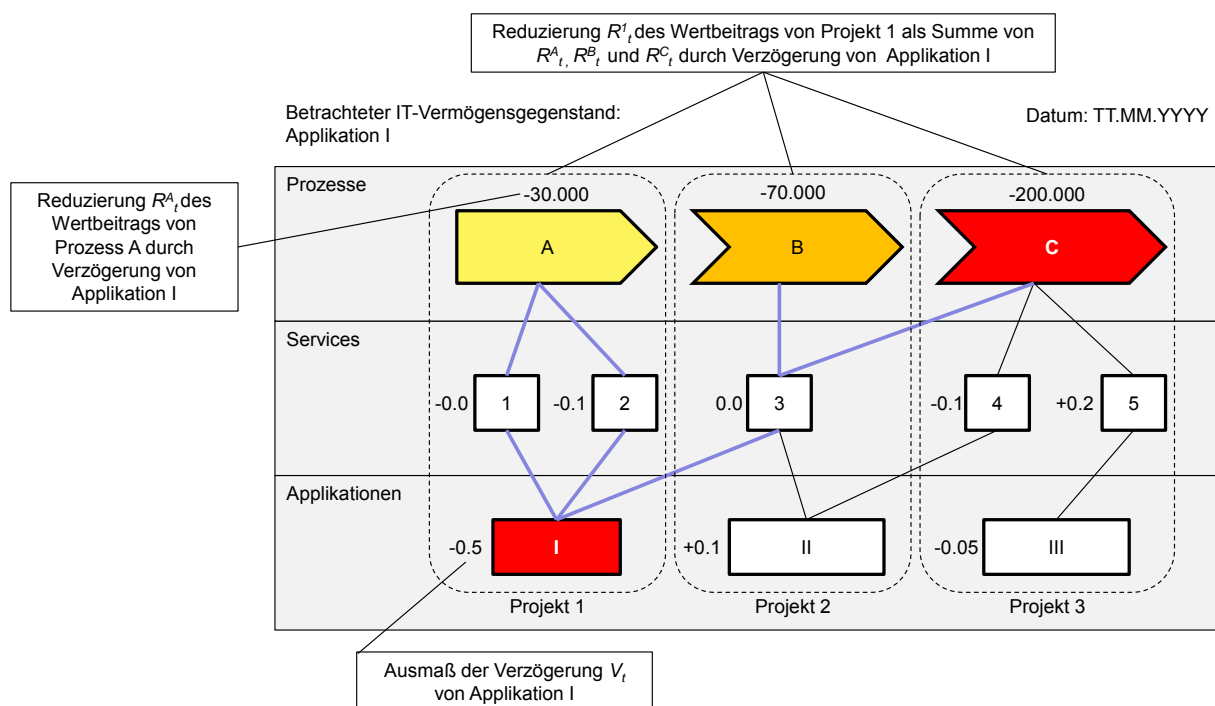
Das Ausmaß der Verzögerung sei bei jedem ITVG im Rahmen des entsprechenden Elements anhand einer kontinuierlichen Farbskala von rot über gelb bis grün dargestellt: Maximal verzögerte ITVG seien rot, nicht verzögerte ( $V^G_t > 0$ ) ITVG seien grün dargestellt. Durch die Normierung des Verzögerungsmaßes ist auch die Semantik der Farben der Skala über alle ITVG einheitlich.

Die Auswirkungen werden über die funktionale Zuordnung von ITVG zu IT-Projekten erkenntlich. Daher sollen die dem aktuell betrachteten ITVG funktional zugeordneten Prozesse ebenfalls durch farbliche Umrandung des Elements gekennzeichnet werden. Die sich im Moment durch Verzögerung  $V^G_t$  ergebende Verminderung des Wertbeitrags  $R^A_t$  für die betroffenen Prozesse soll in Währungsbeträgen ausgewiesen werden. Das Ausmaß soll ebenfalls anhand einer kontinuierlichen Farbskala dargestellt werden, wobei  $R^A_t \leq 0$  grün dargestellt wird, während der Bereich  $R^A_t \geq W^A$  rot dargestellt wird.

### 3.2.5 Konzept

An dieser Stelle soll nun in Abbildung 1 auf Basis der bislang aufgestellten Anforderungen das Konzept zur Visualisierung des Ausmaßes von Verzögerungen bei ITVG auf den Wertbeitrag vorgestellt werden.

Ein Kartentyp der diese Anforderungen erfüllt, ist das IT-Architekturschichtenmodell. Wie in [10] beschrieben, sieht dieser Kartentyp vor, Prozesse und ITVG auf logischen oder physikalischen Schichten der IT-Architektur sowie deren Beziehungen zueinander darzustellen. Funktionale Beziehungen werden durch Kanten abgebildet. Dabei ist ein Element von den Elementen auf allen darunter liegenden Schichten funktional abhängig, mit denen es direkt oder indirekt verbunden ist. Die unterste Schicht bilden die Applikationen. Diese liefern die Funktionalität der Elemente der darüber liegenden Serviceschicht. Services wiederum stellen Funktionalität für die oberste Schicht der Geschäftsprozesse bereit.



**Bild 1:** Konzept zur Darstellung des Wertbeitragsrisikos von IT-Vermögensgegenständen

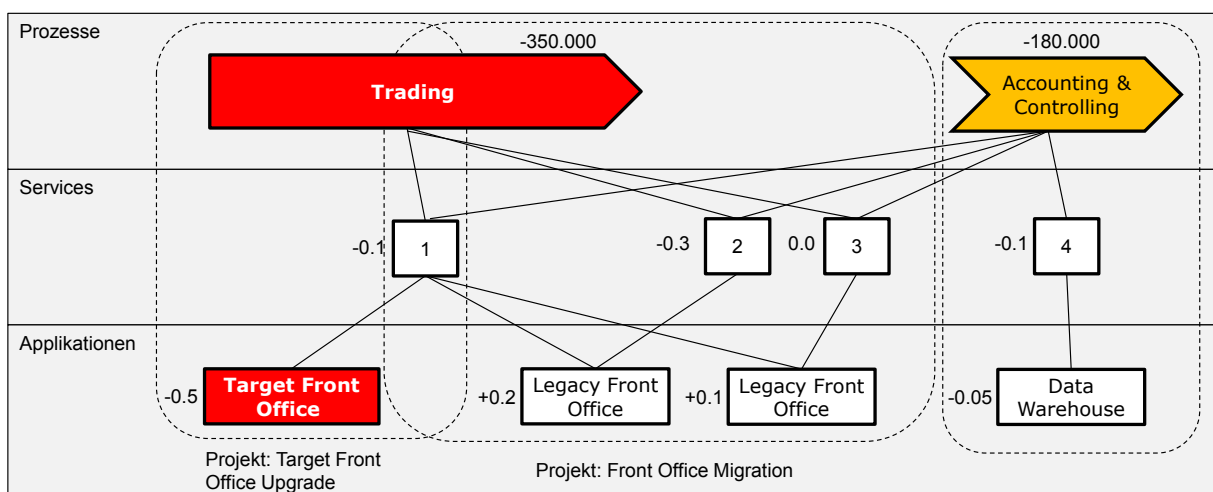
Bild 1 stellt das Konzept für das Beispiel einer Applikation dar. Projekt 1 adressiert Prozess A, die Services 1 und 2 sowie die Applikation I. Die Verzögerung der betrachteten Applikation I beträgt -0.5, was einen relativ schweren Verzug bedeutet (der Wert kommt bspw. zustande, wenn im Betrachtungszeitpunkt bereits alle Aktivitäten bzgl. Applikation I abgeschlossen hätten sein sollen, aber nur die Hälfte tatsächlich abgeschlossen sind). Demgegenüber fallen die Verzögerungen der Services 1, 2 und 3, die auf Applikation I zugreifen, weniger ins Gewicht (-0.0, -0.1 bzw. 0.0). Annahmengemäß bestimmt somit die Verzögerung der Applikation I die Verminderung des Wertbeitrags je Prozess. Aufgrund der starken Verzögerung ist auch die Wertbeitragsverminderung für die betroffenen (da funktional abhängigen) Prozesse A, B und C, gekennzeichnet durch die dunkelgelbe (A) bzw. orange (B) bzw. rote (C) Färbung: Im Fall C ist die zu erwartende Wertbeitragsverminderung größer oder gleich dem ursprünglichen Wertbeitrag von Prozess C, während bei den Prozessen B und C trotz Verzögerung noch ein

positiver Wertbeitrag verbleibt. Damit erweitert die Darstellung den reinen Projektfokus auf funktional abhängige Prozesse: Betrachtet man lediglich Projekt 1 (und damit Prozess A, Services 1 und 2 sowie Applikation 1), würde man lediglich die Wertbeitragsverminderung  $R_t^A$  miteinbeziehen. Über die funktionalen Abhängigkeiten wird aber deutlich, dass auch die Prozesse B und C betroffen sind und somit deren Wertbeitragsverminderungen  $R_t^B$  und  $R_t^C$  ebenfalls in die Wertbeitragsverminderung  $R_t^1$  von Projekt 1 eingehen.

### 3.1 Praktische Evaluation

Bislang wurde, die identifizierte Forschungslücke aufgreifend, anforderungsgetrieben das Konzept zur Visualisierung der Auswirkung von Verzögerungen bei der Transformation von ITVG auf das Wertbeitragsrisiko von IT-Projekten als Artefakt theoretisch entwickelt. Dieses Artefakt soll nun einer Evaluation unterzogen werden, indem seine Anwendung im Rahmen eines ITTP bei einem namhaften deutschen Unternehmen beschrieben wird (Feldexperiment).

Hierzu forderte das Management des ITTP zunächst lediglich eine grafische Darstellung der Zusammenhänge, welche IT-Projekte und damit Geschäftsprozesse davon betroffen sind. Erst in einem zweiten Schritt sollten dann auch die monetären Folgen ausgewiesen werden. Auch die oben getroffene Annahme, dass nur die Auswirkungen der Verzögerung eines einzelnen ITVG angezeigt werden sollen, lässt sich auf eine Management-Anforderung zurückführen, da die Informationen i.d.R. papierbasiert zur Verfügung gestellt und daher keine interaktiven Elemente eingebunden werden sollten. Der Einsatz des entwickelten Konzepts soll anhand einer konkreten Problemstellung dreier IT-Projekte innerhalb eines Releases geschildert werden, die zugehörige IT-Landkarte (inklusive Prozesse, Services und Applikationen) ist in Bild 2 dargestellt. Das Projekt „Target Front Office Upgrade“ hat zum Inhalt, eine neue Version des künftig im Front Office ausschließlich zu verwendenden Systems einzurichten. Neben technischen Verbesserungen bringt die Aktualisierung auch erweiterte Funktionalität bspw. hinsichtlich der Verwaltung weiterer Produkttypen mit sich; der damit verbundene Wertbeitrag liegt in reduzierten Prozesskosten.



**Bild 2:** Realweltbeispiel: Wertbeitragsrisiko von IT-Vermögensgegenständen

Diese Transformation der Applikation ist für den weiteren Fortgang des Releases entscheidend, da auf diese Applikation eine Vielzahl von Services und damit Prozessen zugreifen, welche ebenfalls innerhalb desselben Releases in weiteren IT-Projekten angepasst werden. Grafisch



ist dies in Bild 2 aus der vergleichsweise hohen Anzahl der Kanten des Services 1 erkenntlich, welcher für die Datenlieferung von und zum Target Front Office System verantwortlich ist. Dieses System ist auch für das zweite hier betrachtete IT-Projekt entscheidend, welches zum Ziel hat, die Daten aus zwei abzulösenden Altsystemen („Legacy Front Office“) eben in das Target Front Office-System zu migrieren. Dies ist erst nach Abschluss des „Target Front Office Upgrade“ möglich, so dass die Anpassung der zugehörigen Services (Ablösung der Services 2 und 3 und Implementierung der entsprechenden Funktionalität zur Datenlieferung in Service 1) ebenfalls erst im Anschluss komplettiert werden kann. Von besonderem Interesse ist dabei die in diesem Fall gegebene starke Verminderung des Wertbeitrags für den Fall, dass sich das IT-Projekt „Front Office Migrations“ verschiebt: Die vorliegende Migration kann nur an einem Wochenende durchgeführt werden, um die operativen Geschäftsprozesse nicht zu unterbrechen. Zudem ist es notwendig, die Migration an einem Monats- und an einem Quartalsende durchzuführen, da die abzugebenden Berichte für diese Zeiträume zwingend auf der gleichen Datenarchitektur fußen müssen. Im konkreten Fall müsste die Migration um ca. 6 Monate aus den genannten Gründen verschoben werden; der dadurch reduzierte Wertbeitrag setzt sich zusammen aus für 6 weitere Monate benötigte Lizenzen für die erst später abgelösten Legacy Systeme sowie Personalkosten für die Weiterführung des Projekts. Zudem basieren die darüber liegenden Prozesse für 6 weitere Monate auf einer nicht konsolidierten Datenbasis. Das dritte IT-Projekt („Accounting Systems Relaunch“) hingegen unterliegt keinen derartigen Restriktionen, da es ein neues Berichtssystem betrifft, welches zu nahezu jedem beliebigen Zeitpunkt eingeführt werden kann und somit die Verminderung des Wertbeitrags direkt abhängig von der Verzögerung ist. Da es aber ebenfalls auf die im Target Front Office System enthaltenen Daten zugreift, ist es auch von der Verzögerung des „Target Front Office Upgrade“ betroffen. In ähnlicher Weise hängen auch weitere IT-Projekte des Releases mit dem Target Front Office zusammen, die jedoch aus Übersichtlichkeitsgründen hier nicht dargestellt werden.

Im Laufe des Releases traten bei der Transformation des „Target Front Office“ erhebliche Verzögerungen auf. Viele Aktivitäten konnten aufgrund einer mangelnden Zulieferung eines externen Anbieters nicht zeitgerecht beendet werden. Anhand von Darstellungen wie in Bild 2 konnte das Management des ITTP die weiteren davon betroffenen ITVG und Prozesse rasch identifizieren sowie das Ausmaß des Schadens einschätzen. Zu den eingeleiteten Gegenmaßnahmen zählten Umplanungen der IT-Projektpläne, zusätzliche Ressourcen (für alle betroffenen ITVG) und Reduzierungen des Projektumfangs.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wird zunächst herausgearbeitet, dass zwei Aufgabenfelder bei der Steuerung von ITTP, nämlich Multiprojekt-Management und Enterprise Architecture Management, bislang weitestgehend losgelöst voneinander adressiert werden. Nach einer Analyse der Vorteile einer kombinierten Darstellung von Informationen aus beiden Aufgabenfeldern, wird ein entsprechendes Visualisierungskonzept auf Basis von IT-Landkarten gestaltet. Dabei werden zunächst explizit Anforderungen an das Konzept gestellt und anschließend ein Vorschlag für das Visualisierungskonzept präsentiert und diskutiert, welcher diese Anforderungen erfüllt. Die Evaluation des Konzepts erfolgt anhand einer Realweltanwendung im Rahmen eines ITTP bei einem namhaften deutschen Unternehmen.

Der erarbeitete Vorschlag bringt – bedingt durch seine Erarbeitung in der praktischen Anwendung – in gewisser Weise lediglich einen bestimmten Bedarf aus der Praxis zum Ausdruck. Inwieweit er in bestehende Ansätze des Enterprise Architecture Management integriert werden kann bzw. diesen widerspricht, ist Gegenstand weiterer Forschungsarbeit, sowohl theoretischer als auch empirischer Art. Dies gilt ebenfalls für weitere, in diesem Beitrag nicht ausführlich dargestellte Visualisierungskonzepte. Darüber hinaus sollten weitere Informationsbedarfe aus dem Multiprojekt-Management dahingehend analysiert, ob deren Einordnung auf Modellen des Enterprise Architecture Management sinnvoll ist.

## 5 Literatur

- [1] Ahlemann, F (2009): Towards a conceptual reference model for project management information systems. *Int.J.Project Manage.* 27(1):19-30.
- [2] Aier, S; Riege, C; Winter, R (2009): Unternehmensarchitektur - Literaturüberblick und Stand der Praxis. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 51(2):292-304.
- [3] Anbari, FT (2004): Earned value project management method and extensions. *IEEE Eng.Manage.Rev.* 32(3):97-110.
- [4] Buckl, S; Ernst, AM; Lankes, J; Schweda, CM; Wittenburg, A (2007): Generating Visualizations of Enterprise Architectures using Model Transformations (extended version). *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures - An International Journal* 2(2):3-13.
- [5] Freitag, A; Matthes, F; Schulz, C and Nowobilska, A (2011): A Method for Business Capability Dependency Analysis. [http://www.matthes.in.tum.de/file/attachments/wikis/sebis/andreas-freitag/Final\\_INNOV\\_Capabilities\\_2011.pdf](http://www.matthes.in.tum.de/file/attachments/wikis/sebis/andreas-freitag/Final_INNOV_Capabilities_2011.pdf). Abgerufen am 2011/09/20.
- [6] Freitag, A; Helbig, R (2009): Finanzplanung und -steuerung von Unternehmensarchitekturen. <http://www.controllingportal.de/upload/iblock/734/7340bd61a3309f83d3e9a913388beef3.pdf>. Abgerufen am 2011/09/19.
- [7] Lankes, J; Matthes, F; Wittenburg, A (2005): Softwarekartographie: Systematische Darstellung von Anwendungslandschaften. In: Ferstl, OK, Sinz, E, Eckert, S and Isselhorst, T (Hrsg.), *Wirtschaftsinformatik 2005 - eEconomy eGovernment eSociety*. Physica, Heidelberg.
- [8] Liesiö, J; Mild, P; Salo, A (2008): Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies. *Eur.J.Oper.Res.* 190(3):679-695.
- [9] Runzheimer, B; Barkovic, D (2009): Netzplantechnik (NPT) als Wichtiges Instrument des Projektmanagements Grundlagen. *Interdisciplinary Management Research* 5265-318.
- [10] Schatten, A; Biffel, S; Demolsky, M; Gostischa-Franta, E; Östreicher, T and Winkler, D (2010): *Best Practice Software-Engineering*. 1. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [11] Schirmer, I; Zimmermann, K (2008): Visualisierung von Projektportfolios zur Unterstützung des Architekturmanagements - Der VIADUCT-PPM Ansatz. In: Hegering, H, Lehmann, A, Ohlbach, HJ and Scheideler, C (Hrsg.), *INFORMATIK 2008, Beherrschbare Systeme - dank Informatik, Band 2*. Gesellschaft für Informatik, Bonn.

- [12] Schmidt, C; Buxmann, P; Sokolovsky, Z (2007): IT-Architekturmanagement in Banken - Ergebnisse einer leitfadengestützten Expertenbefragung. In: Oberweis, A, Weinhardt, C, Gimpel, H, Koschmider, A, Pankrätius, V and Schnizler, B (Hrsg.), Wirtschaftsinformatik 2007 - eOrganisation: Service-, Prozess-, Market-Engineering. Universitätsverlag, Karlsruhe.
- [13] vom Brocke, J; Sonnenberg, C; Thurnher, B; Müller, B (2008): Wertorientierte Gestaltung von Unternehmensarchitekturen. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 26229-37.
- [14] Winter, R; Müller, J; Gericke, A (2008): Business Engineering: der St. Galler Ansatz zum Veränderungsmanagement. Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Change Management. 27(2):40-47.
- [15] Zimmermann, S (2008): IT-Portfoliomanagement - Ein Konzept zur Bewertung und Gestaltung von IT. Informatik-Spektrum 31(5):460-468.



# Kriterien zur Leistungsbeurteilung von Prozessen: Ein State-of-the-Art

**Thomas Ley, Marlen Jurisch, Petra Wolf, Helmut Krcmar**

Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I17,  
85748 Garching bei München, E-Mail: {ley|marlen.jurisch|petra.wolf|krcmar}@in.tum.de

## Abstract

Im Rahmen des Enterprise Architecture Managements beschäftigen sich Unternehmen mit der Entwicklung von Prozessarchitekturen. Jedoch gibt es hierfür noch kein einheitliches Vorgehen und auch keine ganzheitliche Übersicht zu den Kriterien, welche das Messen und Evaluieren der Prozessleistung unterstützen. Unternehmen müssen jedoch ihre Geschäftsprozesse stetig verbessern, um sie an die sich verändernden Marktbegebenheiten anzupassen. Hierfür werden Kriterien benötigt, welche es dem Unternehmen ermöglichen, die Prozessleistung zu beurteilen um Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Im Rahmen dieses Beitrags identifizieren und kategorisieren die Autoren Kriterien zur Leistungsbeurteilung von Prozessen, um einen Überblick für die Beschreibung der Prozessleistung zu gewinnen.

## 1 Einleitung

Ein enormer Kostendruck sowie Umweltveränderungen wie Globalisierung, politische Neuausrichtungen und der rapide Fortschritt von Informationstechnologien (IT) [22] zwingen Unternehmen, die Performance ihrer Prozesse stetig zu verbessern und sie den neuen Begebenheiten entsprechend zu transformieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Verbesserungsansätze entwickelt [22]. Besonders in der Praxis werden verschiedene Konzepte, wie z. B. Business Process Management [7], als Erfolgsrezept gehandelt, wenn es gilt, Kosten einzusparen oder die Outputqualität von Prozessen zu kontrollieren und zu steigern [1]. Ein Großteil dieser Konzepte (z. B. [17][8][20]) beinhaltet auch die Leistungsbeurteilung von Prozessen. Um zu gewährleisten, dass die Prozesse mit maximaler Effizienz und Effektivität ablaufen, ist eine Grundvoraussetzung die Leistung regelmäßig zu beurteilen [15][20]. Bei der Transformation von Prozessen trifft dies sogar noch im höheren Maße zu, da hier ein Vergleich zwischen dem ursprünglichen und transformierten Prozess erfolgen muss, um die (positive) Veränderung zu dokumentieren und zu rechtfertigen. Dies sollte anhand von klar definierten Leistungskriterien erfolgen [41]. Die Beurteilung anhand dieser Kriterien liefert quantitative Informationen und unterstützt die Planung und Überwachung sowie

die Kommunikation von Zielen und begründet letztendlich die Transformation von Unternehmensprozessen [14]. Die Beurteilung der Prozessleistung stellt daher ein überaus wichtiges Ziel dar.

In der Forschung existieren jedoch kaum systematische Reviews von Kriterien zur Beurteilung der Prozessleistung [14][41]. Die Schwierigkeit liegt dabei unter anderem in der unzureichenden Definition und Abgrenzung der einzelnen Kriterien. González et al. [14] betrachten bspw. Effizienz und Effektivität als unabhängige Leistungskriterien. Allerdings stellen diese vielmehr die übergeordneten Ziele von Verbesserungsvorhaben dar. Andere Autoren fokussieren sich wiederum auf Bereiche wie z. B. die Prozessintegration [6], die Prozessflexibilität [36] oder die Klassifizierung von Prozessen anhand spezifischer Kriterien [34]. Neely et al. definieren eine Performancekennzahl als eine Metrik zur Quantifizierung der Effizienz und Effektivität einer Aktion [32]. In der Forschung wurde eine Vielzahl von Kennzahlen in verschiedenen Bereichen eingeführt. Jedoch betrachten diese Beiträge die Leistungsbeurteilung aus verschiedenen Blickwinkeln, sodass lediglich Teilaspekte adressiert werden.

Viele Unternehmen beschäftigen sich heutzutage im Rahmen eines ganzheitlichen Enterprise Architecture Managements mit der Entwicklung von Prozessarchitekturen. Jedoch gibt es hierfür noch kein einheitliches Vorgehen sowie auch keine Übersicht zu den Kriterien, welche das Messen und Evaluieren der Prozessleistung unterstützen [7]. Auch das Scheitern vieler Prozesstransformationen in der Praxis zeigen [17], dass noch immer Forschungsbedarf zu diesem Thema besteht. Desweiteren haben Al-Mashari et al. [1] im Rahmen einer empirischen Untersuchung aufgezeigt, dass Organisationen, sowohl in Europa als auch in den USA, den höchsten zeitlichen und monetären Aufwand in die Identifikation von zu verbessernden Prozessen investieren. Die besondere Schwierigkeit dieser initialen Analyse liegt in der Leistungsbeurteilung der bestehenden Prozesse.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher zu erforschen, welche Kriterien zur Messung und Beurteilung der Prozesseffizienz und -effektivität existieren. Dazu werden nach der Einführung der theoretischen Grundlagen (Kapitel 2) zunächst anhand einer klar definierten Methodik (Kapitel 3) aus der Literatur die verschiedenen Beurteilungskriterien identifiziert und analysiert. In einem nächsten Schritt werden die einzelnen Kriterien im Hinblick auf den Geltungsbereich der Effizienz und Effektivität eingeordnet (Kapitel 4). Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert (Kapitel 5) und der Beitrag zur bisherigen Forschung (z. B. [14][41]) beurteilt.

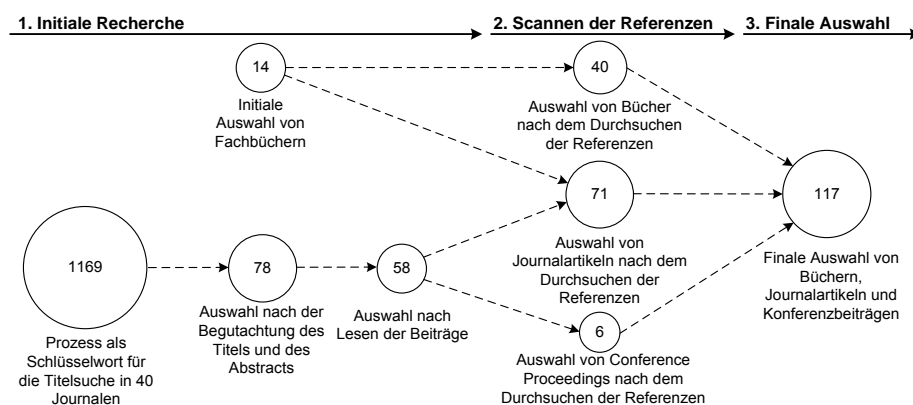
## **2 Effektivität und Effizienz von Geschäftsprozessen**

Ein Prozess ist eine strukturierte Menge von Aktivitäten, die darauf ausgerichtet ist, einen speziellen Output (Produkt und/oder Dienstleistung) für einen Kunden oder Markt zu erzeugen. Der Prozess stellt eine Ordnung dieser Aktivitäten über Zeit und Raum dar, hat einen Start- und Endpunkt sowie eindeutig festgelegte In- und Outputs [8]. Desweiteren wird ein Prozess definiert als eine Sequenz von Aktivitäten, die einen oder mehrere Inputs in einen Output transformieren, der für den Kunden von Wert ist [16][24]. Eine Aktivität beschreibt dabei einen Teilprozess, der einen Input bekommt, diesen wertsteigernd bearbeitet und ihn als Output einem internen oder externen Kunden anbietet [20]. Ein Output stellt daher auch den Input des anschließenden (Teil-) Prozesses dar [29].

Wie zuvor erwähnt, versuchen Unternehmen ihre Prozesse zu verbessern, um nach dem ökonomischen Prinzip knappe Produktionsfaktoren optimal einzusetzen [39]. Der Verwirklichungsgrad dieses Prinzips wird durch die Effizienz gemessen, welche die Beziehung zwischen erbrachter Leistung und Ressourceneinsatz beurteilt [39]. Effiziente Prozesse erreichen demnach den gewünschten Output mit minimalem Aufwand [20]. Damit adressiert die Prozesseffizienz primär den Profit des Prozessbesitzers, das Unternehmen. Jedoch hat nicht nur die Effizienz bei der Outputerstellung einen Einfluss auf den Erfolg eines Unternehmens. Es muss auch der richtige Output erzeugt werden, der am Markt abgesetzt werden kann. Hierbei spricht man von Effektivität. Die Effektivität beschreibt das Ausmaß, in dem der Output eines Prozesses oder Teilprozesses die Bedürfnisse und Erwartungen seiner Kunden befriedigt [20]. Effektivitätskriterien beziehen sich somit auf die als Output erzeugten Produkte und Dienstleistungen [20][33]. Um einen Prozess effektiv zu gestalten, müssen alle Anforderungen an den Output bekannt und in messbaren Kriterien beschreibbar sein [20][33]. Darüber hinaus ergänzen Effizienz und Effektivität einander. Denn um einen Prozess effizient gestalten zu können, müssen zunächst Inhalte oder Ziele des Geschäftsprozesses entwickelt werden. Die effiziente Durchführung eines ineffektiven Prozesses wäre nicht zielführend [33]. Sowohl Effektivitäts- als auch Effizienzziele müssen daher gleichermaßen verfolgt werden, um den Output in hoher Qualität und kostengünstig und schnell herstellen zu können [30].

### 3 Forschungsmethodik

Anhand einer Literaturrecherche in Anlehnung an Webster/Watson [40] wurden Journale mit Wirtschafts- oder Wirtschaftsinformatikhintergrund aus dem Zeitraum von 1990 bis 2010 nach relevanten Beiträgen durchsucht. Zunächst wurden zur Bildung einer soliden Basis Fachbücher von bekannten Autoren, wie z. B. [17] oder [9], betrachtet. Bei der Auswahl der Journale wurde auf die Rankings von VHB-Jourqual und Wirtschaftsinformatik-Journalliste zurückgegriffen und die fachlich passenden Journale aus den Top 50 in die Untersuchung mit einbezogen. Diese sind mit Suchmaschinen (z. B. EBSCOhost) durchsucht worden. Als Schlüsselwort wurde dabei „Prozess“ (engl.: process) verwendet, um die Titel der Beiträge, Schlüsselwörter und Abstracts zu durchsuchen. Eine Volltextsuche hat sich als nicht praktikabel erwiesen, da der Begriff inflationär verwendet wird. Modifikationen des Suchbegriffs haben ebenfalls nicht die gewünschte Wirkung erzielt, so dass sich eine Suche mit diesem Schlüsselwort als die beste Alternative herauskristallisiert hat. Bei weiteren Journalen, die sich nicht automatisiert durchsuchen ließen, wurden die Inhaltsverzeichnisse gesichtet.



**Bild 1:** Anzahl der Beiträge in verschiedenen Phasen der Studie

Diese initiale Recherche ergab 1169 Treffer. Als relevant haben sich 117 Beiträge aus 71 Journalartikeln, 40 Büchern und 6 Konferenzbeiträgen herausgestellt<sup>1</sup>.

## 4 Ergebnisse und Analyse: Kriterien zur Leistungsbeurteilung

Effektivität und Effizienz sind allgemeine Begriffe um die Leistung von Prozessen zu beschreiben. Oftmals werden zur ersten Detaillierung der Prozesseffizienz und -effektivität Zeit-, Kosten- und Qualitätskriterien genannt [28][31]. Darüber hinaus beschäftigen sich viele Autoren mit der Klassifizierung von Prozessen (z. B. [27][34]) und verwenden zur Einordnung Kriterien, die ebenfalls einen Einfluss auf die Performance haben (z. B. Standardisierung, Automatisierung). Durch die Literaturanalyse werden 45 Kriterien identifiziert. Eine erste Analyse dieser Kriterien legt eine Einteilung in verschiedene Kategorien nahe: Zeit (Abschnitt 4.1), Kosten (Abschnitt 4.2), Qualität (Abschnitt 4.3), Kapazität (Abschnitt 4.4), Flexibilität (Abschnitt 4.5), Integration (Abschnitt 4.6) und Komplexität (Abschnitt 4.7). Im Folgenden wird auf die einzelnen Kriterien näher eingegangen sowie eine Zuordnung zu Effizienz und/oder Effektivität vorgeschlagen.

### 4.1 Zeit

Die Zeit stellt ein kritisches Performanceziel dar und spielt in der Analyse und Beurteilung von Prozessen eine zentrale Rolle. Eine geringe Durchlaufzeit (Tabelle 1) sowohl für Produktions- als auch für Dienstleistungsprozesse ermöglicht eine minimale Kapitalbindung und hohe Termintreue sowie ein verbessertes Antwortzeitverhalt [12][41].

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Antwortzeit</b>	Zeitspanne bis auf eine Kundenanfrage reagiert wird	●	◐	[11][41]
<b>Bearbeitungszeit</b>	Kumulierte Zeit aller operativen Prozessaktivitäten (z.B. ohne Wartezeit)	●	○	[20][13][41]
<b>Durchlaufzeit</b>	Gesamtzeit von Beginn bis zur Beendigung des Prozesses	●	◐	[4][31]
<b>Kontrollzeit</b>	Zeit für die Kontrolle von (Zwischen-) Outputs	●	○	[20][6]
<b>Liegezeit</b>	Zeit, in der ein Prozess still steht und keine Bearbeitung möglich ist	●	○	[20][13]
<b>Pünktlichkeit</b>	Pünktliche Bereitstellung des Zwischenoutputs für die nächste Prozessaktivität	◐	●	[25][6]
<b>Rüstzeit</b>	Zeit, die für die Umrüstung von Produktionsmaschinen benötigt wird	●	○	[12]
<b>Termintreue</b>	Pünktliche Bereitstellung von Outputs für einen externen Kunden	○	●	[25][41]
<b>Transferzeit</b>	Zeit, die für den Transfer von Informationen oder Gütern benötigt wird	●	○	[13][29]
<b>Wertschöpfungszeit</b>	Kumulierte Zeit in der Mehrwert für den Output geschaffen wird	●	◐	[20]

Tabelle 1: Zeitkriterien<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eine ausführliche Dokumentation der Suche und Literaturliste kann auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

<sup>2</sup> Anm.: Dieses Kriterium ist der Effizienz oder Effektivität ● voll, ◐ teilweise oder ○ rudimentär bzw. nicht zuzuordnen.



Die Durchlaufzeit untergliedert sich dabei in die reine Bearbeitungszeit, Liegezeit, Transferzeit, Kontrollzeit und Rüstzeit [12]. Die Bearbeitungszeit beschreibt die Zeit, in der das Bearbeitungsobjekt transformiert und Mehrwert geschaffen wird. Liegezeiten und Transferzeiten sind somit nicht Bestandteil der Wertschöpfungszeit [20]. Die Antwortzeit umfasst die Zeitspanne, die von einem Prozess benötigt wird, um auf eine Kundenanfrage zu reagieren [11]. Da bei Interaktionen mit dem Unternehmen der Kunde direkt betroffen ist, leistet eine kurze Antwortzeit und somit eine schnelle Reaktion auf eine Kundenanfrage einen positiven Beitrag zur Kundenzufriedenheit [4]. Die weiteren Kriterien Termintreue und Pünktlichkeit beschreiben Zeitpunkte, im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Zeitkriterien, die Zeiträume betrachten. Die Termintreue benennt die rechtzeitige Bereitstellung eines Outputs für den Kunden und wird häufig auf den externen Kunden bezogen. Daher ist dieses Kriterium auch ein kritischer Faktor für die Kundenzufriedenheit [41][25]. Die Pünktlichkeit bezieht sich hingegen auf die unternehmensinterne Sicht und beschreibt die rechtzeitige Bereitstellung eines Zwischenoutput für die nächste Prozessaktivität [20][6]. Generell messen Zeitkriterien die Prozesseffizienz. Da Effektivität bedeutet den richtigen Output, am richtigen Ort zur richtigen Zeit bereitzustellen, sind einige Zeitkriterien auch als Effektivitätskriterien anzusehen: Termintreue, Durchlaufzeit, Antwortzeit, Pünktlichkeit und Wertschöpfungszeit.

## 4.2 Kosten





















Die Identifizierung von kostenintensiven und nicht wertschöpfenden Prozessen ist das Hauptziel der Kostenbeurteilung [13]. Höhere Kosten entstehen häufig durch redundante und ineffiziente Aktivitäten. Das Ziel ist es daher, die Kosten pro Prozessinstanz so gering wie möglich zu halten. Generell sind Kosten somit als Effizienzkriterien anzusehen, mit Ausnahme der Gesamtkosten, die den Preis des Outputs beeinflussen [20] (Tabelle 2). Die Gesamtkosten für einen Prozessdurchlauf zur Erstellung des Outputs setzen sich aus den jeweiligen Kosten der Teilprozesse zusammen [4][41]. Diese Kosten sind abhängig von den Ressourcen, die pro Output-einheit aufgewendet werden [20]. Werden alle Ressourcen optimal eingesetzt, so stehen sie einem Wertbeitrag gegenüber (Wertschöpfungskosten) [20]. Kosten, die im normalen Prozessablauf nicht vorgesehen sind, sondern aufgrund schlechter Qualität von Produkten oder Dienstleistungen entstehen, bezeichnet man als Fehlerkosten. D.h. der erstellte Output ist fehlerhaft entspricht nicht den Kundenanforderungen [20].

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Fehlerkosten</b>	Kosten aufgrund schlechter Outputqualität	●	○	[20][4]
<b>Gesamtkosten</b>	Gesamte (fixe und variable) Kosten bei der Erstellung einer Outputeinheit	●	◐	[13][4]
<b>Ressourcenverbrauch</b>	Aufgewendete Ressourcen um den Output zu produzieren	●	○	[20]
<b>Wertschöpfungskosten</b>	Kosten, die für wertschöpfende Aktivitäten aufgewendet werden	●	○	[20]

Tabelle 2: Kostenkriterien

### 4.3 Qualität

Um in der heutigen Geschäftswelt erfolgreich zu sein, ist eine hohe Qualität in den Produkten und Dienstleistungen essentiell [42]. Die Qualität wird dabei an den Prozessschnittstellen gemessen, d. h. immer am Ende eines (Teil-) Prozesses, an dem ein (Zwischen-) Output entsteht [12]. Die Qualität ist somit eine Kennzahl für die Effektivität eines Prozesses, da sie sich auf den Prozessoutput bezieht [20][9][8] (Tabelle 3).

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Benutzer-freundlichkeit</b>	Bequemlichkeit der Produktnutzung			[20][14]
<b>Brauchbarkeit</b>	Nützlichkeit eines Produkts			[20][9]
<b>Fehlerfreiheit</b>	Prozessoutput ohne Fehler oder Defekte			[13][8]
<b>Funktionalität</b>	Fähigkeit eines Produkts bestimmte Funktionen auszuüben			[9]
<b>Greifbarkeit</b>	Konkretheit einer Dienstleistung			[9][42]
<b>Konformität</b>	Ausmaß, in wie weit ein Output den Anforderungen interner oder externer Kunden entspricht			[9]
<b>Lebensdauer</b>	Zeitspanne, die ein Produkt ohne ernsthafte Fehlfunktionen arbeitet			[20][9]
<b>Leistung</b>	Leistung eines Produkts			[20][9]
<b>Outputqualität</b>	Qualität des Outputs eines (Teil-) Prozesses (= Input des nachfolgenden (Teil-) Prozesses)			[8][13]
<b>Zuverlässigkeit</b>	Fähigkeit des Outputs Funktionen unter variierenden Bedingungen auszuüben			[20][9][42]

**Tabelle 3: Qualitätskriterien**

Alle Geschäftsprozesse haben entweder einen materiellen (z. B. Produkt) oder immateriellen (z. B. Dienstleistung) Output. Heutzutage bestehen sogar die meisten Kundentransaktionen aus einer Produkt- und Dienstleistungsdimension, selbst in Produktionsbetrieben [9]. Da die Qualität dieser Outputs von fundamentaler Bedeutung für den Unternehmenserfolg ist [42], müssen beide Dimensionen betrachtet werden. Ein Produkt von hoher Qualität zeichnet sich vor allem durch eine hohe Leistung, Lebensdauer, Funktionalität, Benutzerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Fehlerfreiheit und Brauchbarkeit aus [20]. Im Zusammenhang mit Dienstleistungen sind vorwiegend die Kriterien Zuverlässigkeit, Empathie, Sicherheit und Greifbarkeit relevant [42]. Darüber hinaus ist die Qualität der Prozessoutputs ein Indikator für die Kundenzufriedenheit und die Erfüllung der Kundenanforderungen [20]. Hierfür existiert das Kriterium Konformität, das angibt, inwieweit der Output den Vorgaben externer oder interner Kunden bzw. nachgelagerter (Teil-) Prozesse entspricht (der Output ist der Input des nachgelagerten Prozesses) [13].

#### 4.4 Kapazität

Als Kapazität wird die maximale Leistungsfähigkeit bzw. das maximale „Fassungsvermögen“ eines Prozesses bezeichnet. Vor allem bei Prozessen mit hohen Fallzahlen ist die Kapazität leistungskritisch und daher ein Indikator für die Effizienz (Tabelle 4). Beschrieben wird die Kapazität primär durch den Durchsatz, der gibt an, wie viele Transaktionen gleichzeitig bearbeitet werden können, ohne dass sich die Durchlaufzeit des Prozesses verlängert [20]. Um Engpässe zu vermeiden, welche zu Verzögerungen und zu erhöhten Durchlaufzeiten führen, sollte der Durchsatz im gesamten Prozess konstant sein [41]. Genauso wie es gilt, Engpässe zu vermeiden, sollte die Auslastung der am Prozess beteiligten Ressourcen (Mitarbeiter, Betriebsmittel) möglichst hoch sein, um Leerlauf und Verschwendung zu reduzieren [41][20].

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Engpässe</b>	Eine Aktivität mit geringerer Kapazität begrenzt die Kapazität des Prozesses	●	○	[41][8]
<b>Betriebsmittel-auslastung</b>	Auslastung der Maschinen/Computer (Teilaspekt der Ressourcenauslastung)	●	○	[20]
<b>Mitarbeiter-auslastung</b>	Auslastung der Prozessmitarbeiter (Teilaspekt der Ressourcenauslastung)	●	○	[20]
<b>Durchsatz</b>	Anzahl der Transaktionen und Anfrage, die zeitgleich bearbeitet werden können	●	○	[20][11][4]
<b>Ressourcen-auslastung</b>	Prozentualer Anteil der tatsächlich genutzten Kapazität eines Prozesses	●	○	[20][41]

Tabelle 4: Kapazitätskriterien

#### 4.5 Flexibilität

In dynamischen Märkten müssen sich Unternehmen immer schneller auf veränderte Umweltbedingungen einstellen [37]. Die Flexibilität bezieht sich deshalb darauf, wie adäquat ein Prozess sich an die veränderten Begebenheiten anpassen lässt [32]. Adäquat heißt, dass unvorhergesehene Kundenanfragen mit einem vorgegebenen Qualitätslevel effizient, d. h. schnell und kostengünstig, befriedigt werden. Im Idealfall geschieht dies mit der Durchlaufzeit und den Kosten des Standardprozesses [20][18]. Desweiteren kann ein Prozess nur als flexibel bezeichnet werden, falls es möglich ist, Änderungen vorzunehmen, ohne den gesamten Prozess ersetzen zu müssen [20][37]. Obwohl die Flexibilität von Prozessen in der Literatur oft angesprochen wird, so fehlt es dennoch an quantifizierbaren Kriterien.

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Strukturelle Flexibilität</b>	Prozessstruktur erlaubt Abweichungen vom Originalprozess	●	○	[35][36]
<b>Typflexibilität</b>	Vielfalt der zu verarbeiteten Informationen (oder Komponenten)	●	○	[35][36]
<b>Volumenflexibilität</b>	Variierende Mengen an zu verarbeiteten Informationen (oder Komponenten)	●	○	[35][36]
<b>Zeitliche Flexibilität</b>	Pünktliche Lieferung eines Outputs nach Änderung der Kundenanforderungen	◐	●	[38]

Tabelle 5: Flexibilitätskriterien

Verschiedene Autoren erläutern, dass die Flexibilität in mehrere Aspekte untergliedert werden kann [35][36] (Tabelle 5). Volumenflexibilität beschreibt die Fähigkeit eines Prozesses mit veränderten Mengen an zu verarbeiteten Informationen umzugehen, während sich die Typflexibilität auf die Vielfalt der Informationen bezieht. Die Fähigkeit einer Prozessinstanz vom vorgegeben Ausführungspfad des Originalprozesses abzuweichen, wird als strukturelle Flexibilität definiert [36]. Zeitliche Flexibilität beschreibt, wie pünktlich Prozesse auf veränderte Kundenanforderungen angepasst werden könnten [38]. Daher ist die zeitliche Flexibilität sowohl ein Kriterium für die Effizienz als auch für die Effektivität von Prozessen.

#### 4.6 Integration

Die Integration von Geschäftsprozessen und prozessrelevanten Daten und Informationen ist ein wichtiges Ziel vieler Aktivitäten im Bereich Prozesstransformation [21]. Berente et al. [6] definieren die Prozessintegration als Minimierung des Kommunikations- und Koordinationsaufwands zwischen den einzelnen Prozessaktivitäten. Zu einem vollständig integrierten Geschäftsprozess gehört neben der Informationsintegration aber auch die enge Kopplung der Aktivitäten und Integration aller Bestandteile im Prozess. Da jedoch viele Prozesse mit informationsintensiven Inputs und Outputs arbeiten [23], stellen die Kriterien Pünktlichkeit, Zugänglichkeit, Granularität und die Transparenz des Informationsflusses zwischen den Aktivitäten die Schlüssel zur Prozessintegration dar [6] (Tabelle 6) dar.

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Automatisierung</b>	Prozessausführung wird von IT durchgeführt und gesteuert	●	○	[4][8]
<b>Informationsfluss</b>	Transfer von Informationen von einer Prozessaktivität zu einer anderen	●	◐	[17][33][6]
<b>Medienbrüche</b>	Transfer von Informationen von einem Medium auf ein anderes	●	○	[5]
<b>Granularität (von Informationen)</b>	Informationen besitzen den richtigen Detaillierungsgrad	●	◐	[3][6]
<b>Pünktlichkeit (von Informationen)</b>	Informationen sind verfügbar, wenn sie benötigt werden	●	○	[3][6]
<b>Transparenz (von Informationen)</b>	Informationen sind verständlich	●	○	[3][6]
<b>Zugänglichkeit (von Informationen)</b>	Informationen sind für die einzelnen Aktivitäten verfügbar	●	○	[3][6]

**Tabelle 6: Integrationskriterien**

Liegen Informationen einer Aktivität nicht pünktlich vor oder sind sie nicht direkt zugänglich und leicht verständlich, so kommt es zu Verzögerungen im Prozessablauf. Die Kriterien Pünktlichkeit, Zugänglichkeit und Transparenz beeinflussen demnach die Effizienz. Jedoch gewährleisten diese nicht die Richtigkeit oder Genauigkeit der Informationen [3]. Daher muss auch die Granularität der benötigten Informationen berücksichtigt werden. Die Aktivitäten eines Prozesses erzeugen für gewöhnlich Informationen, die von anderen Prozessen im Unternehmen genutzt werden. Diese Informationen sollten knapp, vollständig und im richtigen Detaillierungsgrad vorliegen (Granularität). Enthält ein Dokument (Output) bspw. nicht genügend detaillierte Informationen, so kann dies als Granularitätsproblem bezeichnet werden. Aus diesem Grund stellt die Granularität zum Teil auch ein Effektivitätskriterium dar.

Darüber hinaus birgt IT enormes Potential, Informationsflüsse von global verteilten Prozessen zu integrieren [2] oder gar vollständig zu automatisieren [5]. So werden Kommunikationsdefizite verhindert, Fehlerkosten und Durchlaufzeiten reduziert [4] und im Endeffekt die Effizienz gesteigert. Die Integration beschäftigt sich also mit dem Prozess und nicht mit dem Prozessoutput [3]. Deshalb könnte ein Prozess integriert und effizient sein, aber einen Output produzieren, der komplett nutzlos ist. Ein anderer Aspekt, der bei einer perfekten Integration berücksichtigt werden muss, ist die Flexibilität. Allerdings kann die Literatur keinen Aufschluss geben, inwieweit eine hohe Integration die Prozessflexibilität einschränkt.

#### 4.7 Komplexität

Prozesse sind für gewöhnlich bei ihrer Einführung relativ einfach, werden aber oftmals im Laufe der Zeit durch das Hinzufügen neuer Varianten und Spezialfälle immer komplexer und ineffizienter [17]. Komplexitätskriterien sind daher der Effizienz zuzuordnen (Tabelle 7).

Kriterien	Definition	Effizienz	Effektivität	Quelle
<b>Interaktionsgrad</b>	Interaktionspunkte zwischen externen Kunden und einem Prozess	●	○	[5]
<b>Interprozess-verflechtung</b>	Schnittstellen zu anderen Prozessen	●	○	[34]
<b>Standardisierungsgrad</b>	Fähigkeit zur Automatisierung eines Prozesses	●	○	[31][27]
<b>Strukturierungsgrad</b>	Klarheit der Prozessparameter und des Prozessablaufes	●	○	[19][34]
<b>Organisatorische Schnittstellen</b>	Interaktionspunkte zwischen internen Abteilungen	●	○	[4][26]

**Tabelle 7: Komplexitätskriterien**

Der Grad, mit dem ein Prozess determiniert ist, bezeichnet man als Strukturierungsgrad und bezieht sich auf die Klarheit der Prozessparameter und des Prozessablaufes [10][34]. Wohlstrukturierte Prozesse folgen einer festgelegten Abfolge von Schritten mit klar definierten Regeln [19]. Teilstrukturierte Prozesse basieren größtenteils ebenfalls auf Regeln, sind in der Abfolge aber weniger festgelegt und erfordern daher häufiger menschliches Eingreifen. Bei unstrukturierten Prozessen sind die einzelnen Schritte im Voraus nicht planbar und werden manuell gesteuert [19]. Eng mit dem Strukturierungsgrad verknüpft, ist der Standardisierungsgrad, welcher die Automatisierbarkeit des Prozesses beschreibt. So sind wohl strukturierte Prozesse einfacher standardisierbar. Unstrukturierte Prozesse zu standardisieren und zu automatisieren ist hingegen nahezu unmöglich und oftmals auch nicht erstrebenswert, um eine gewisse Flexibilität zu erhalten [27].

Ein weiterer Indikator für die Komplexität eines Prozesses ist der Interaktionsgrad zwischen dem Unternehmen und seinen Kunden. Viele Interaktionspunkte können zu unvorhergesehenen Unterbrechungen des Prozesses führen [5]. Neben den Interaktionspunkten nach außen, führen organisationsintern die aufbauorganisatorischen Schnittstellen bei Prozessen zu Reibungsverlusten [26]. Auch zwischen Prozessen existieren Schnittstellen, die aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeiten die Komplexität erhöhen [34]. Das Ziel ist daher die Anzahl dieser Schnittstellen zu minimieren, um somit die Effizienz zu steigern.

## 5 Diskussion und Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt einen strukturierten Überblick über die existierenden Kriterien zur Leistungsbeurteilung von Prozessen vor. Unternehmen sind von diesen Kriterien abhängig, wenn es gilt, die Leistung ihrer Geschäftsprozesse zu bewerten [15][20][41]. Dazu bietet dieser Beitrag eine umfassende Rezension von verschiedenen Kriterien zur Prozessbeurteilung an, mit denen in der Literatur die Effizienz und Effektivität von Prozessen präzisiert wird. Insgesamt identifizieren die Autoren 45 Leistungskriterien und erörtern deren Zugehörigkeit und Beziehung zur Effizienz und/oder Effektivität. Diese Analyse bietet eine Basis für ein gesamtheitliches Verständnis solcher Kriterien und unterstützt somit die Forschung zur Beurteilung der Prozessleistung und die weitere Entwicklung von verschiedenen Measurement Tools.

Die Analyse der verschiedenen Kriterien zur Beurteilung der Prozessleistung hat ergeben, dass bisher keine allgemein gültigen Klassifikationsschemas existieren. Nicht selten werden sogar Kriterien inkonsistent definiert und auch angewandt (vgl. z. B. [20] und [41]). Daher hat dieser Beitrag eine vollständige Kategorisierung von Kriterien zur Beurteilung der Prozessleistung entwickelt – zumindest in der Theorie: Weitere Forschungsarbeit wird benötigt, um den Wert dieser Kategorisierung in der praktischen Anwendung zu bewerten. Darüber hinaus sollte erörtert werden, welche Kriterien industriespezifisch oder -unabhängig sind, d.h. bei welchen Prozessen oder Prozesstypen die einzelnen Kriterien angewendet werden können.

Die Kategorisierung der Prozessleistungskriterien hat außerdem gezeigt, dass wesentlich mehr quantifizierbare Merkmale zur Bestimmung der Effizienz existieren als für die Effektivität. Diese Beschränkung auf relativ wenige quantifizierbare Effektivitätskriterien erschwert einen objektiven Benchmarkvergleich von Prozessen im Bereich der Effektivität. Zusätzlich existieren aber auch Abhängigkeiten zwischen den Effizienz- und Effektivitätskriterien, die es in der Praxis nicht einfacher machen zwischen beiden Kategorien trennscharf zu unterscheiden. So haben bspw. einige Zeit- und Kostenkriterien auch einen Einfluss auf die Effektivität. Denn Effektivität bedeutet nicht nur, den richtigen Output zu produzieren (Qualität), sondern den Output auch zur richtigen Zeit und zum richtigen Preis bereitzustellen [20]. Die „richtige Zeit“ wird vor allem durch die Termintreue bzw. Pünktlichkeit beschrieben. Die Erreichung des „richtigen Preises“ ist insbesondere von den Gesamtkosten abhängig. Umgekehrt beeinflusst die Outputqualität wiederum die Fehlerkosten. Hier entstehen also Abhängigkeiten zwischen den Kategorien und ihren einzelnen Kriterien, die es in der Zukunft genauer zu untersuchen gilt.

## 6 Literatur

- [1] Al-Mashari, M; Irani, Z; Zairi, M (2001): Business process reengineering: a survey of international experience. *Business Process Management Journal* 7(5): 437-455.
- [2] Al-Mashari, M; Zairi, M (2000): Revisiting BPR: a holistic review of practice and development. *Business Process Management Journal* 6(1): 10-42.
- [3] Aubert, B; Vandenbosch, B; Mignerat, M (2003): Towards the measurement of process integration. *Cahier du GReSI no 03-06*. Citeseer, Montréal.
- [4] Balasubramanian, S; Gupta, M (2005): Structural metrics for goal based business process design and evaluation. *Business Process Management Journal* 11(6): 680-694.

- [5] Becker, J; Algermissen, L; Niehaves, B (2006): A procedure model for process oriented e-government projects. *Business Process Management Journal* 12(1): 61-75.
- [6] Berente, N; Vandenbosch, B; Aubert, B (2009): Information flows and business process integration. *Business Process Management Journal* 15(1): 119-141.
- [7] vom Brocke, J; Rosemann, M (2010): *Handbook on Business Process Management*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg London.
- [8] Davenport, TH (1993): *Process innovation - Reengineering work through information technology*. Harvard Business School Press, Boston.
- [9] Davenport, TH; Beers, MC (1995): Managing information about processes. *Journal of Management Information Systems* 12(1): 57-80.
- [10] Earl, MJ (1994): The new and the old of business process redesign. *Journal of Strategic Information Systems* 3(1): 5-22.
- [11] Franken, H; Jonkers, H; de Weger, MK (1997): Structural and quantitative perspectives on business process modelling and analysis. In: Kaylan, AR; Lehmann, A (Hrsg), *Proceedings of 11th European Simulation Multiconference*. Istanbul, Turkey.
- [12] Gaitanides, M (2007): *Prozessorganisation*. Vahlen Verlag, München.
- [13] Gaitanides, M; Scholz, R; Vrohling, A; Raster, M (1994): *Prozessmanagement: Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen*. Hanser Verlag, München Wien.
- [14] González, LS; Rubio, FG; González, FR; Velthuis, MP (2010): Measurement in business processes: a systematic review. *Business Process Management Journal* 16(1): 114-134.
- [15] Grover, V; Kettinger, WJ (2000): *Process think: winning perspectives for business change in the information age*. Idea Group Publishing, Hershey, PA.
- [16] Hammer, M (1990): Reengineering Work: Don't Automate, Oliberate. *Harvard Business Review* 68(4): 104-112.
- [17] Hammer, M; Champy, J (1993): *Reengineering the corporation - A manifesto for business revolution*. HarperCollins, New York.
- [18] Hanafizadeh, P; Moosakhani, M; Bakhshi, J (2009): Selecting the best strategic practices for business process redesign. *Business Process Management Journal* 15(4): 609-627.
- [19] Harmon, P (2007): *Business Process Change*. Morgan Kaufman Publishers, Burlington, MA.
- [20] Harrington, HJ (1991): *Business Process Improvement - The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. McGraw-Hill, New York.
- [21] Jurisch, M; Wolf, P; Krcmar, H (2010): Toward a formal approach to process bundling in public administrations. In: Wimmer, MA; Chappelet, J-L; Janssen, M; Scholl, HJ (Hrsg.), *Electronic Government - 9th International Conference, EGOV 2010*. Berlin.
- [22] Kettinger, WJ; Teng, JTC; Guha, S (1997): Business Process Change: A Study of Methodologies, Techniques, and Tools. *MIS Quarterly* 21(1): 55-80.
- [23] Kock, NF; McQueen, RJ; Corner, JL (1997): The nature of data, information and knowledge exchanges in business processes: implications for process improvement and organizational learning. *The Learning Organization* 4(2): 70-80.
- [24] Krcmar, H (2010): *Informationsmanagement*. Springer, Berlin Heidelberg New York.

- [25] Kueng, P (2000): Process performance measurement system: a tool to support process-based organizations. *Total Quality Management* 11(1): 67-85.
- [26] Kugeler, M; Vieting, M (2008): Gestaltung einer prozessorientiert(er)en Organisation. In: Becker, J; Kugeler, M; Rosemann, M (Hrsg.), *Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. Springer, Berlin Heidelberg.
- [27] Lillrank, P (2003): The Quality of Standard, Routine and Nonroutine Processes. *Organization Studies* 24(2): 215-233.
- [28] Liman Mansar, S; Reijers, HA (2007): Best practices in business process redesign: use and impact. *Business Process Management Journal* 13(2): 193-213.
- [29] Malone, TW; Crowston, K (1994): The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys* 26(1): 119.
- [30] Melao, N; Pidd, M (2000): A conceptual framework for understanding business processes and business process modelling. *Information Systems Journal* 2000(10): 105-129.
- [31] Münstermann, B; Eckhardt, A; Weitzel, T (2010): The performance impact of business process standardization: An empirical evaluation of the recruitment process. *Business Process Management Journal* 16(1): 29-56.
- [32] Neely, A; Gregory, M; Platts, K (1995): Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management* 15(4): 80-116.
- [33] Osterloh, M; Frost, J (2006): *Prozessmanagement als Kernkompetenz*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [34] Picot, A; Rohrbach, P (1995): Organisatorische Aspekte von Workflow-Management-Systemen. *Information Management* 10(1): 28-35.
- [35] Shaw, DR; Snowdon, B; Holland, CP; Kawalek, P; Warboys, B (2004): The viable systems model applied to a smart network: the case of the UK electricity market. *Journal of Information Technology* 19(4): 270-280.
- [36] Snowdon, RA; Warboys, BC; Greenwood, RM; Holland, CP; Kawalek, PJ; Shaw, DR (2007): On the architecture and form of flexible process support. *Software Process Improvement and Practice* 12(1): 21-34.
- [37] Soffer, P (2005): On the Notion of Flexibility in Business Processes. *Proceedings of CAiSE05*. Porto, Portugal.
- [38] Syamil, A; Doll, WJ; Apigian, CH (2004): Process performance in product development: measures and impacts. *European Journal of Innovation Management* 7(3): 205-217.
- [39] Thommen, J-P; Achleitner, A-K (2006): *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre - Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [40] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly* 26(2): xiii-xxiii.
- [41] Yen, VC (2009): An integrated model for business process measurement. *Business Process Management Journal* 15(6): 865-875.
- [42] Zeithaml, VA; Berry, LL; Parasuraman, A (1996): The Behavioral Consequences of Service Quality. *Journal of Marketing* 60(April): 31-46.



# **Service-System-Architekturen zur Gestaltung von Logistikdienstleistungsnetzwerken**

**Doreen Mammitzsch**

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,  
E-Mail: mammitzsch@wifa.uni-leipzig.de

**Bogdan Franczyk**

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,  
E-Mail: franczyk@wifa.uni-leipzig.de

## **Abstract**

Dienstleistungsnetzwerke werden als Service-Systeme, in denen Menschen und Maschinen gemeinsam Wert generieren, betrachtet. Eine spezifische Form von Dienstleistungsnetzwerken stellen Fourth Party Logistics (4PL)-Netzwerke dar. Diese bilden sich aus mehreren heterogenen Sub-Dienstleistern, die für eine Vielzahl von Kunden zumeist individuelle logistische Dienstleistungen erbringen. Die modulare Gestaltung der Dienstleistungen ist ein Lösungsansatz für eine effiziente Leistungserbringung aus Sicht der Anbieter und Herausforderung zugleich. Dieser Beitrag erarbeitet Anforderungen an eine strukturierte Gestaltung von modularen Dienstleistungsnetzwerken im Sinne einer Service-System-Architektur. Zudem wird ein Ansatz für eine 4PL-Service-System-Architektur vorgestellt.

## **1 Einführung**

Das Darstellen der Struktur eines Unternehmens mittels Architekturmodellen verfolgt das Ziel, den Gestaltungsgegenstand zu dokumentieren und somit Transparenz zu schaffen [1]. Neben der Dokumentation und Planung der Unternehmensstruktur dienen Architekturen als Instrument zu deren Analyse sowie als Entscheidungsgrundlage [1]. Weiterhin unterstützen Architekturen Unternehmen bei ihrer Transformation. Diese beschreibt Innovationen und Änderungen aufgrund sich ändernder Marktbedingungen und technologischer Entwicklungen [31]. Im Bereich des Logistikdienstleistungssektors sind gegenwärtige Logistikbeziehungen zwischen Kontraktlogistikern (3PL) und Kundenunternehmen gekennzeichnet durch lange Ausschreibungsphasen (10 bis 30 Wochen [12]), lange Vertragslaufzeiten, eine niedrige Anzahl von Kunden und eine geringe Standardisierung der Dienstleistungen ([23], [5]). Daraus ergeben sich jedoch auch Nachteile für die Dienstleistungsanbieter wie auch für deren Kunden. So bedarf es aus Kundensicht, beim Auslagern komplexer logistischer Leistungen an Dritte, erhöhter Kontrollaktivitäten

und Transaktionen, was den Kunden veranlasst, sich auf wenige Logistikdienstleister zu konzentrieren (wie etwa den Kontraktlogistiker). Damit bringt sich der Kunde in Abhängigkeit zum Dienstleister und ein schneller Wechsel des Dienstleisters, zum Beispiel aufgrund von Schlechtleistung, ist angesichts sich anschließender langer Ausschreibungs- und Verhandlungsphasen erschwert ([12]). Das Modell des 4PL Providing hingegen verfolgt die Ziele, für eine Vielzahl von Kunden tätig zu sein, die Vertragslaufzeiten zu optimieren, die Konfiguration der individuellen Kundendienstleistung so einfach wie möglich zu gestalten, und somit die Zeit der Vertragsgestaltung zu verkürzen sowie die Kosteneffizienz bei gleichzeitiger Individualisierung als strategischen Ansatz zu realisieren. Um die genannten Ziele zu erreichen, bedarf es der strategischen wie auch operativen Gestaltung des 4PL-Service-Systems. Die Architekturbildung ist ein Instrument, welches die Dokumentation, Analyse und Gestaltung eines 4PL-Service-Systems methodisch unterstützt. Der vorliegende Beitrag verfolgt das Ziel, die Anforderungen und Gestaltungselemente einer Service-System-Architektur zu erarbeiten und einen Ansatz für eine 4PL-Service-System-Architektur, basierend auf diesen Erkenntnissen, zu präsentieren.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 werden bestehende Service-System-Architekturansätze vorgestellt und deren Beiträge analysiert. In Kapitel 3 wird das 4PL-Service-System erläutert und dessen wesentliche Merkmale herausgestellt. Anschließend werden darauf basierend Gestaltungselemente und Anforderungen an eine Service-System-Architektur abgeleitet. In Kapitel 4 wird ein Modell einer 4PL-Service-System-Architektur entsprechend den Anforderungen vorgestellt.

## 2 Related Work

### 2.1 Architekturen

Der Architekturbegriff wird in verschiedenen Disziplinen aus unterschiedlichen Perspektiven, abhängig vom jeweiligen Betrachtungsgegenstand, verwendet [24]. Entsprechend gibt es verschiedene Architekturtypen, wie Software-, IT-, Informations- oder Unternehmensarchitekturen. Während die Softwarearchitektur die Strukturen eines Softwaresystems durch Architekturbau- steine und deren Beziehungen beschreibt [3], bildet die Unternehmensarchitektur Artefakte eines Unternehmens ab [1]. Die Unternehmensarchitektur gilt als Strukturierungsinstrument eines Unternehmens hinsichtlich vielschichtiger Problembereiche und ist bei Veränderungen von Nutzen, indem durch die Integration unterschiedlicher Betrachtungsebenen eine durchgängige Entwicklung und Anpassung des Unternehmens möglich wird [31]. Wesentliche Gestaltungs- objekte gängiger Unternehmensarchitekturen (Überblick siehe [1]) lassen sich den Ebenen Strategie, Organisation, Integration, Software und IT-Infrastruktur zuordnen [30]. Der ISO/IEC 42010 IEEE-Standard 1471-2000 definiert eine Architektur als die grundlegende Organisation eines Systems, bestehend aus Komponenten und Teilsystemen sowie deren Beziehungen und Interaktionen untereinander [6]. Da mit dieser Definition das Ziel verfolgt wird, sich auf gemein- same grundlegende Elemente unterschiedlicher Begriffsdefinitionen zu beziehen, orientiert sich der vorliegende Beitrag an diesem Architekturverständnis, ergänzt um die Anforderung, bei der Beschreibung des Systems einen *dynamischen (zeitbehafteten)* wie auch *statischen (strukturellen)* Aspekt zu berücksichtigen [15]. Zudem soll mit der hier entwickelten Service- System-Architektur, angelehnt an die Ziele der Unternehmensarchitektur, die durchgängige Ent- wicklung und Anpassung von Logistikdienstleistungsnetzwerken (LDL-NW) angestrebt werden.

## 2.2 Service-System-Architekturen

Service-System-Architekturen (SSA) wurden in der Literatur bisher wenig thematisiert. Die im Folgenden vorgestellten Beiträge geben einen kurzen Überblick über die Inhalte bestehender Ansätze. Mit dem *Work System Framework* stellt der Autor in [2] ein Modell eines Service-Systems vor, welches als Analyse- und Design- Ansatz für Services in allen Disziplinen dient und bei Änderungsvorhaben die Analyse der Auswirkungen von Änderungen einzelner Elemente auf andere unterstützt. Service-Systeme können Informationssysteme, Unternehmen als auch ganze Supply Chains sein. Menschen und Maschinen erbringen Leistungen für interne oder externe Kunden, indem sie Ressourcen wie Informationen und Technologien nutzen. Diese statische Beschreibung des Service-Systems wird durch das dynamische *Value Chain Framework* sowie das *Work System Life Cycle Model* ergänzt. Alle drei Modelle zusammen unterstützen die Analyse, das Design und die Entwicklung von Service-Systemen. Sie beschreiben Service-Systeme aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht, vernachlässigen jedoch dabei die Unterstützung mittels Informationssystemen wie auch die Gestaltung kundenindividueller Dienstleistungen sowie die Koordination der Akteure und ihrer jeweils eingebrachten Ressourcen. Eine *Service-System-Architektur für wissensintensive Unternehmen* wird von dem Autor in [20] vorgestellt. Der Architekturansatz berücksichtigt die Komposition und Orchestrierung von Services (atomare Services) in Geschäftsprozessen, die wiederum als individuelle Services dem Kunden angeboten werden können. Mit der dargelegten Architektur werden Anforderungen an die Entwicklung und Gestaltung von Service-Systemen definiert. Ergänzend zur Architektur wird ein *Service Lifecycle Modell* vorgestellt, welches den dynamischen Aspekt beschreibt und zeigt, welche Fähigkeiten, Werkzeuge und Prozesse aus Technologie- und Organisationssicht benötigt werden, um den Lebenszyklus des Services in seinen Phasen zu unterstützen. Der SSA-Ansatz soll Unternehmen unterstützen, die ihre Services vorrangig über das Internet anbieten. Die Services sind an die Anbieter gekoppelt, welche sich registrieren und ihre Services veröffentlichen. Die Kollaboration der Akteure ist nicht expliziter Bestandteil der Architektur. Die *Multilevel Service Design Method* von den Autoren in [19] gibt ein Set an miteinander in Beziehung stehenden Modellen vor, die auf drei Ebenen die Gestaltung eines Service Angebots, ausgehend vom Kundenerlebnis, unterstützen. Im ersten Schritt wird das Service Konzept entwickelt, davon ausgehend das Service-System und abschließend die Kundenschnittstelle. Das Service-System wird mittels der *Service-System-Architektur* in Form einer Matrix gestaltet. Die einzelnen Aktivitäten oder Subprozesse eines betrachteten Services stellen eine Dimension der Matrix dar. Die zweite Dimension bildet sich aus den beteiligten Akteuren, unterteilt in drei Gruppen: Kunde, Frontstage Service Schnittstellen/Backstage Mitarbeiter und Informationssysteme. Der Inhalt der Matrix stellt einen Mix aus alternativen Service Schnittstellen und Backstage Abläufen dar, die jede Aktivität im betrachteten Service unterstützen. Diese statische Sicht wird mittels der *Service-System-Navigation*, einem Pfad durch die verschiedenen Matrixfelder, abgebildet. Verschiedene Pfade repräsentieren verschiedene Berührungspunkte des Kunden mit den beteiligten Akteuren. Mit der Erweiterung der Akteurs-Dimension der SSA Matrix könnten sich weitere Akteure aus verschiedenen Unternehmen, die einen Anteil an der Wertschöpfung haben, darstellen lassen. Jedoch werden dieser Sachverhalt und die Suche nach den Akteuren und deren organisatorische und technische Integration nicht explizit thematisiert. Die inhaltliche Gestaltung einer kundenindividuellen Dienstleistung auf Anfrage seitens des Kunden ist nicht im Fokus des Ansatzes, sondern ausschließlich die Entwicklung des Service Angebotes.

### 3 Anforderungen an die Gestaltung einer Service-System-Architektur für ein Logistikdienstleistungsnetzwerk

#### 3.1 Fourth Party Logistics Providing

Logistikdienstleistungen werden von verschiedenen Anbietern erbracht. Neben Carriern, die Transportprozesse anbieten und Eigner der Transportmittel sind, Logistikkomponentendienstleistern, die Transportprozesse bündeln und Lagerhaltung ergänzend anbieten sowie KEP- (Kurier-, Express-, Paket-) Dienstleistern, gibt es Kontraktlogistiker, die dem Kunden Systemlösungen bieten. Letztere erbringen einzelne operative logistische Dienstleistungen auf Kontraktbasis und bündeln diese mit Führungsaufgaben des Logistikmanagements [23]. Als Erweiterung zu diesem Geschäftsmodell tritt der 4PL-Anbieter als logistischer Generalunternehmer auf [23], der hochwertige Logistik- und Supply Chain Management Dienstleistungen integriert anbietet und dabei nicht nur auf eigene, sondern auch auf Ressourcen Dritter zurückgreift. Ein 4PL soll wie folgt definiert werden: *„Ein 4PL-Anbieter übernimmt in seiner Funktion als Supply Chain Integrator die führende Rolle für das Management komplexer Supply Chains. Er hat die Fähigkeit, alle Aufgaben der unternehmensübergreifenden wie auch unternehmensbezogenen Logistik zu übernehmen. Diese können die Planung, Umsetzung und Überwachung logistischer Aktivitäten betreffen. Dabei verbindet der 4PL eigene Fähigkeiten und Ressourcen mit denen seiner Kunden sowie komplementärer Dienstleister zu einer kundenindividuellen Gesamtlösung für das Supply Chain Management.“* [18]. Als *Integrator* bündelt der 4PL verschiedene Logistikdienstleistungen für seine Kunden, steuert die übergreifenden Leistungserbringungsprozesse und übernimmt die Koordination der Auftragsabwicklung. Er garantiert gegenüber seinen Kunden ein umfassendes Leistungsspektrum, wobei sich die einzelnen integrierten *Logistikpartner auf ihre Kompetenzen spezialisieren*. Als Leistungsintegrator greift der 4PL zur Erfüllung der Aufgaben auf *verschiedene Subdienstleister (SDL)* zurück, deren Leistungen er zu einer Gesamtleistung für den Kunden integriert. SDL können dabei Einzeldienstleister wie zum Beispiel Transport-, Umschlag- und Lagerdienstleister (TUL), Finanz- und IT-Dienstleister sein oder auch Kontraktlogistiker. Um Kundenaufträge zu gewinnen, muss der 4PL als Integrator *besser* (z.B. durch Zugang zu Ressourcen) und *kosteneffizienter* sein als seine Kunden, welche Logistikleistungen selbst erbringen oder dafür eine Mehrzahl verschiedener autonomer Logistikdienstleister beauftragen [12]. Effizienz und Qualität können durch *Standardisierung*, das heißt durch eine erprobte und gut definierte Leistungserbringung, erreicht werden. Die Herausforderung des 4PL ist es, für *mehrere Unternehmen (Kunden)* tätig zu sein, dabei gleichzeitig hohe Qualität zu gewährleisten sowie jedem individuellen Kunden die gleiche Aufmerksamkeit gegenüberzubringen. Die sich daraus ergebende Strategie für den 4PL ist es, die Anpassungsfähigkeit des Maßschneiders mit der Effizienz eines „Massenproduzenten“ zu verbinden [18]. Um den Widerspruch zwischen Effizienz und individueller Leistungserstellung zu lösen, ist das Zusammenspiel von Differenzierungs- und Kostenoption erforderlich. Dies ist möglich, indem die Vorteile einer Massenproduktion (Verstetigung und Beherrschung der Prozesse) mit denen der Einzelfertigung (individuelle Kundenbeziehung) kombiniert werden [21]. Die strategische Option des 4PL wäre demnach die *Verfolgung einer hybriden Wettbewerbsstrategie*, welche die zwei Ausprägungen simultan verfolgt. Hybride Wettbewerbsstrategien im Dienstleistungsbereich wurden in der wissenschaftlichen Literatur bereits thematisiert, siehe ([21], [25], [8]). Ein Ansatz und Instrument zur Realisierung dieser Strategie ist die *Modularisierung* [9]. Die Implikation für den 4PL ist, dass er einen *zweifachen Entwicklungsprozess für die Dienstleistungen* bewältigen

muss: 1. Entwicklung der Leistungs-Module und 2. Entwicklung der individuellen Kundendienstleistung mittels Kombination dieser Module. Herkömmliche logistische Dienstleistungen sind oft integraler Natur, das heißt, dass die einzelnen Teildienstleistungen fest miteinander verbunden sind und Änderungen in einer Teildienstleistung Anpassungen in einer anderen erforderlich machen [7]. Die Nachteile dieser Dienstleistungsarchitektur liegen beispielsweise in langen Phasen der Definition der Leistung, in geringer Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bei Änderungen und in den damit einhergehenden Kosten. Bei einem Kontraktlogistiker mit integraler Dienstleistungsarchitektur äußert sich das in langen Ausschreibungsphasen mit Leistungsspezifikation, langen Vertragslaufzeiten, einer niedrigen Anzahl von Kunden und einer geringen Standardisierung der Dienstleistungen ([23], [5]). Im Vergleich dazu bietet die Modularisierung, als Instrument des 4PL, folgende Vorteile ([25],[4]): Beschleunigung der Entwicklung von individuellen Kundendienstleistungen durch Kombination einzelner Module, Angebot einer größeren Vielfalt von Dienstleistungen, Kostensenkung durch z.B. Skaleneffekte in einzelnen Modulen durch Wiederverwendung. Gegenstand der Modularisierung sind Dienstleistungen des 4PL respektive der integrierten SDL. Dienstleistungen lassen sich grundsätzlich unterscheiden in *Informationsdienstleistungen*, die auf Informationen als In- und Output zielen (z.B. Planung des Bestandsvolumens, Steuerungsaktivitäten für Supply Chains, Absatz- und Distributionsplanung), und *sonstige Dienstleistungen*, die eine Transformation bzgl. Raum und Eigenschaften eines Besitztums vornehmen (z.B. Kommissionierung, TUL-Dienstleistungen) [22]. Eine wesentliche Kernkompetenz des 4PL liegt darin, die Flut an Informationen zu managen. Hierbei helfen Informationssysteme, indem sie bestimmte Abläufe unterstützen oder gar automatisieren. Sie sind demnach Bestandteil einer Dienstleistung oder Quelle neuer Dienstleistungen (automatisierte Dienstleistungen). Jede Leistung eines 4PL und seiner SDL, ob informations- oder materialbezogen, ob automatisiert mittels Informationssystemen oder durch manuelle Arbeitsleistung erbracht, kann einem Kunden als Dienstleistung angeboten werden, insofern sie für diesen von Wert ist. Unter Anwendung des Instruments der Modularisierung sind die Leistungen in Service-Module gekapselt. Ein *Logistik-Service-Modul (LSM)* soll im Folgenden verstanden werden als *eine autonome Leistungseinheit, die, kombiniert mit anderen Modulen oder autark, Wert für einen Kunden generiert und diesem entweder in Rechnung gestellt oder als Mehrwert geboten werden kann. Die LSM werden von einem Integrator angeboten, können jedoch von verschiedenen Dienstleistern erbracht werden.* Kombiniert, um ein individuelles Kundenproblem zu lösen, bilden die LSM eine *Kundendienstleistung*. Diese soll hier als eine *komplexe Dienstleistung* verstanden werden, die aus einem oder mehreren zusammengesetzten LSM besteht, dabei eine Lösung für ein individuelles Kundenproblem liefert und innerhalb eines kundenspezifischen Dienstleistungsnetzwerkes erbracht wird.

### 3.2 Service-System Fourth Party Logistics Providing

Service-Systeme dienen als grundlegendes Instrument zur Analyse von Dienstleistungen respektive Services [17]. Sie sind eine Abstraktion der realen Welt ([17], [27]) und unterstützen so das Verständnis für die gemeinschaftliche Wertschöpfung in einem Netzwerk aus Sicht der Akteure. Ein Service-System besitzt verschiedene Eigenschaften. So sind Service-Systeme komplexe adaptive Netzwerke [16] aus Individuen oder Gruppen von Individuen, die gemeinsam wertschöpfend tätig sind. Sie umfassen Hersteller, Lieferanten, Kunden und andere Stakeholder sowie deren Mitarbeiter [27]. Des Weiteren ist der Ressourcenaustausch, die -verwendung und -integration eine Basisfunktionen aller Service-Systeme ([16], [27]). Vorhandene eigene

Ressourcen werden integriert mit denen eines Anbieters [27]. Einzelne kleinere Service-Systeme lassen sich zudem zu größeren zusammengesetzten Service-Systemen kombinieren [17]. Folglich besteht ein Service-System aus Sub-Systemen und so weiter [11]. Über die Zeit entwickeln sie sich, verändern sich und lösen sich auf [17], weshalb sie dynamisch sind. Die gemeinschaftliche Wertschöpfung ist ein weiteres Kennzeichen von Service-Systemen [17]. Service-Systeme stehen in Austauschbeziehung zu anderen Service-Systemen [27]. Es gibt Anbieter und Nachfrager von Dienstleistungen, wobei ein Nachfrager gleichzeitig ein Anbieter sein kann und umgekehrt. In Anbetracht dieser Eigenschaften, kann das 4PL Service-System durch folgende Merkmale beschrieben werden: Es ist ein *wertschöpfendes Netzwerk* aus rechtlich und wirtschaftlich eigenständigen heterogenen SDL, dem 4PL als Integrator, dessen Kunden und deren Supply Chain Partner. Mit der Verwendung und dem *Tausch von Ressourcen* verschiedener Akteure im Netzwerk wird Wert generiert. Der 4PL übernimmt die Integration der Ressourcen je Kunde. Das 4PL-Service-System besitzt einen *verschachtelten Aufbau*, da der 4PL und sein latentes Netzwerk an verfügbaren SDL, aber auch jeder einzelne Akteur selbst ein Service-System bilden. Zudem erschafft der Kunde zusammen mit ausgewählten SDL und dem 4PL wiederum ein Service-System (aktiviertes Netzwerk). Der Kunde und der 4PL bestimmen gemeinsam die Dienstleistung (Kundendienstleistung) für den Kunden. An der Erbringung der Kundendienstleistung ist der Kunde mit seinen Ressourcen ebenso beteiligt wie die SDL. Der Kunde ist Konsument der DL und Akteur zugleich (*gemeinsame Wertschöpfung*).

### 3.3 Anforderungen an die Gestaltung einer 4PL Service-System-Architektur

Um ein logistisches Dienstleistungsnetzwerk beschreiben und analysieren zu können, muss es nach [15] aus folgenden wesentlichen Konstituenten bestehen: Umwelt, Akteure des Netzwerkes, Strukturen, Leistungsobjekte, an denen die Leistung erbracht wird, Prozesse, Organisation und Ressourcen. Diese Konstituenten stellen im Folgenden die Gestaltungselemente einer 4PL SSA dar. Ergänzt werden diese um die Komponenten eines Geschäftsmodells: Strategie und Kundenschnittstellen [13]. Da in einem Service-System die Dienstleistung von elementarer Bedeutung für die Wertschöpfung ist und den Zweck der Interaktion der Akteure darstellt, wird sie ebenfalls als Gestaltungselement berücksichtigt. Sie gilt als zentraler Punkt, bei dem alle Gestaltungselemente zusammenlaufen. Die Gestaltungselemente sollen als Anforderungen für die SSA dienen. Ausgehend von den Erläuterungen in 3.1 und 3.2 werden in Bild 1 zu den Gestaltungselementen deren konkrete Ausprägungen für ein 4PL Service-System zusammengefasst.

GE	Ausprägungen der Gestaltungselemente (GE) in Bezug auf ein 4PL Service-System
Strategie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kunden: größere Anzahl industrieller Unternehmen und deren Supply Chains</li> <li>Dienstleistung: Informationsdienstleistungen und Dienstleistungen, die eine Transformation bzgl. Raum und Eigenschaften eines Besitztums vornehmen [22]</li> <li>Ziele: individuelle DL, zügige DL-Gestaltung, langfristig angelegte DL-Erbringung, schneller Austausch von Akteuren</li> <li>Hybride Wettbewerbsstrategie: Individualisierung bei gleichzeitiger Kosteneffizienz; Effizienz und Qualität durch Standardisierung; Instrument: Modularisierung</li> </ul>
Akteure des Netzwerkes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Netzwerk aus 4PL, SDL, Kunden: Gegenseitiger Zugriff auf Ressourcen: Zusammenstellung einer leistungsfähigen Kombination an SDL nach Kundenwunsch (aktiviertes Netzwerk)</li> <li>Anzahl und Art der Akteure: Komplexes Netzwerk rechtlich und wirtschaftlich eigenständiger Akteure (4PL Integrator, SDL, Kunden)</li> <li>Stabilität der Beziehungen: Dynamisches Netzwerk: Je Kunde wird ein NW gebildet, dessen Akteure, je nach Ressourcenverfügbarkeit, durch schnittstellenkompatible Substituenten [29] auszutauschen sind</li> <li>Eintrittsmöglichkeiten: Tendenziell offenes Netzwerk: SDL können ihre Ressourcen jederzeit zur Verfügung stellen durch Beitritt in das latente Netzwerk (Partnerpool)</li> <li>Stellung der Akteure: Vertikale, horizontale als auch laterale Kooperationsbeziehungen komplementärer und substituierbarer Dienstleister (z.B. mehrere Lagerhalter als SDL, neben mehreren Transportdienstleistern und IT-Dienstleistern)</li> <li>Steuerung der Akteure: Strategische Führung über 4PL als Integrator und Netzwerkmanager (4PL ist Kunde der SDL, er bestimmt die Preis- und Konditionsverhandlung); Ausführungsverantwortlichkeit der SDL, Steuerungsverantwortlichkeit des Integrators</li> </ul>
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbauorganisation: Netzwerk aus Systempartnern mit Kernkompetenzfokussierung, eigenen Ressourcen und Verantwortlichkeiten; Steuerung und Koordination über 4PL als Integrator und Netzwerkmanager</li> <li>Ablauforganisation: Materialflussprozesse, Informationsflussprozesse, ergänzende Prozesse ausgeführt durch SDL, 4PL, Kunde; Koordination und Steuerung der Ausführung über 4PL</li> </ul>
Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Den Informationsfluss betreffende Transaktionen zw. Kunden und SDL werden beim 4PL gebündelt und in einem Stop ausgeführt [18]</li> <li>Den Materialfluss betreffende Transaktionen finden zw. SDL untereinander, 4PL und Kunde statt</li> </ul>
Strukturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Den Materialfluss betreffende: Produktions-, Lagerstandorte, Verkehrswege; geknüpft an Akteure</li> <li>Den Informationsfluss betreffende: Kommunikationswege [15]</li> </ul>
Leistungsobjekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>In DL integrierbare externe Faktoren: Informationen, Besitztümer, Personen selbst [28]</li> <li>Besitztümer: physische Objekte/Produkte und deren Eigenschaften (Abmessungen, Gewicht, Auftragsbezug) [15]</li> <li>Informationen: z.B. Fertigungsstrategie, Produktstücklisten, Abrufdaten</li> </ul>
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressourcen, die an den Leistungsobjekten die vorgesehenen Transformationen durchführen: Menschen, Maschinen, Informationssysteme (z.B. Planungssysteme, Informationstechnologie zur informationstechnischen Integration der Akteure) [15], [18]</li> <li>Weitere Ressourcen: logistisches Wissen (Fähigkeiten, Fertigkeiten), physische Infrastruktur (z.B. Lager, Transportmittel, Behälter), Kernprozesse (Ressourcenverwendung und -kombination) [26]</li> <li>Ressourcen sind geknüpft an die verschiedenen Akteure und unterliegen Kapazitätsrestriktionen</li> </ul>
Service	<ul style="list-style-type: none"> <li>Service/Dienstleistung: Leistungen gekapselt in LSM auf Basis der Modularisierung</li> <li>Klassifikation: Dimensionen: Hauptobjekte der DL (Informationen, Personen, Besitztümer) und Einsatzfaktoren (menschliche Arbeitsleistung, Maschine, IKT) [14]</li> <li>Einsatzfaktoren geben Hinweis auf die Automatisierung: manuelle DL, teilautomatisierte und vollautomatisierte [11], [10]</li> <li>Definierte Beschreibung (wie Schnittstellen zu LSM sowie Planungs- und Steuerungsprozessen, Ergebnisse, Potenziale, Inputfaktoren)</li> <li>Entkopplung von Service-Modul und Erbringer</li> <li>Service-Angebot, -Konzept, -Ausführung: Entwicklung des Service Angebotes (LSM); Entwicklung der Kundendienstleistung (Service-Konzept) durch Kombination aus LSM; Ausführung der Kundendienstleistung</li> <li>Kombination der Service-Module bedingt Ressourcenbedarf und Interaktion der Akteure</li> </ul>
Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozesse: physisch und informatisch [15]</li> <li>In LSM gekapselt; integrieren Leistungsobjekte und Ressourcen</li> <li>Eigengestaltung der Prozesse je Service-Modul aus Autonomie der Partner heraus [29]</li> </ul>
Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faktoren der Umwelt, wie Änderungen in der Volkswirtschaft oder des Wettbewerbs, Anforderungen der Ökologie und der Finanzierung sowie neue Entwicklungen in der Produkt- oder Produktionstechnologie [15]</li> </ul>

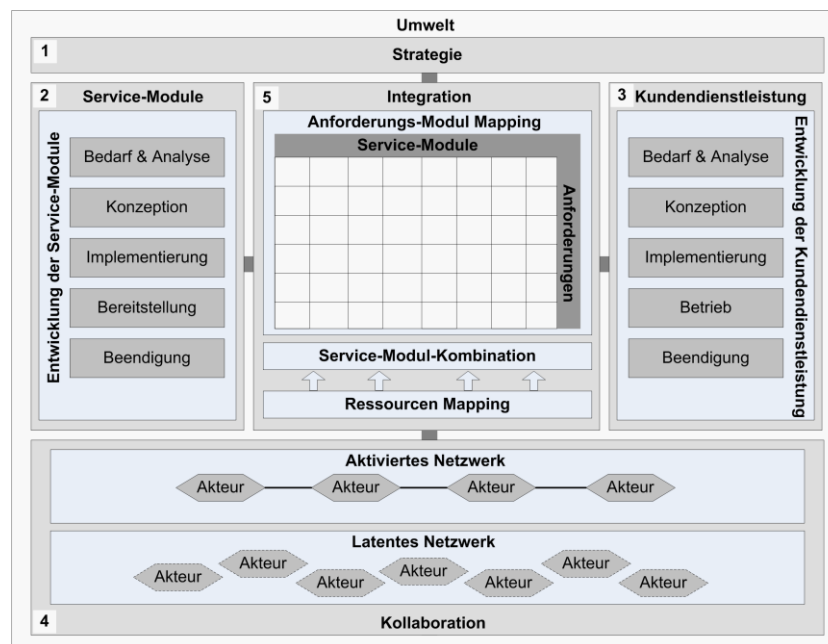
**Bild 1: Gestaltungselemente einer 4PL Service-System-Architektur**

## 4 Implikationen für die Gestaltung einer 4PL Service-System-Architektur

Im Folgenden soll, ausgehend von den im vorherigen Kapitel aufgezeigten Merkmalen und Anforderungen des 4PL Service-Systems als LDL-NW sowie den identifizierten Gestaltungselementen einer 4PL Service-System-Architektur, das Konzept einer 4PL Service-System Architektur vorgestellt werden.

#### 4.1 Strukturelle Sicht der 4PL Service-System-Architektur

Die verschiedenen Gestaltungselemente aus 3.3 und deren Abhängigkeiten werden in Form eines konzeptionellen Modells in Beziehung gebracht (vgl. Bild 2). Dabei entstehen fünf wesentliche Gestaltungsbereiche: Strategie, Entwicklung der Service-Module, Entwicklung der Kundendienstleistung, Kollaboration und, als zentrales Bindeglied, der Integrationsbereich. Bereich (1) des Service-Systems verfolgt die Prinzipien einer hybriden Wettbewerbsstrategie, welche mit dem Instrument der Modularisierung realisiert werden kann. Aus der Strategie werden die Ziele für die Entwicklung der LSM (2) sowie für die Entwicklung der Kundendienstleistung (3) abgeleitet. Zur Entwicklung modularer Services (2) gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze.



**Bild 2:** Die fünf Bereiche der 4PL Service-System-Architektur

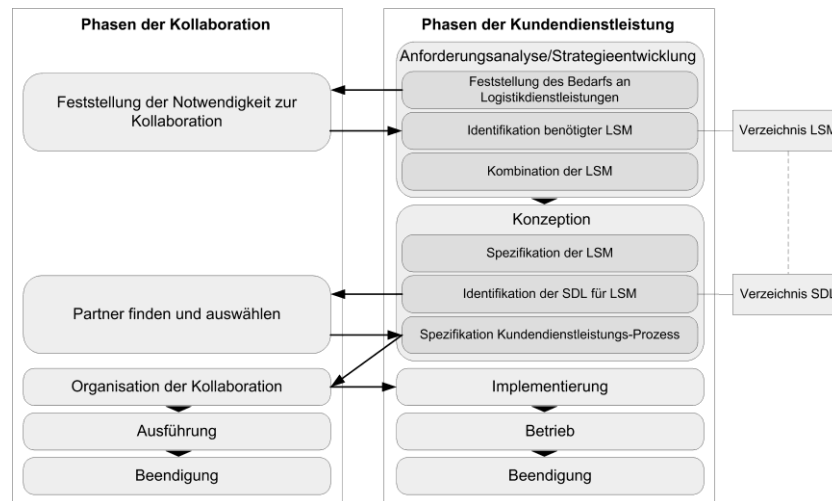
Beispielhaft seien hier genannt der Ansatz zur Entwicklung modularer Service-Architekturen [4], der Service-Plattformansatz [25] und Vorgehensweisen und Methoden zur Entwicklung modularer Dienstleistungsprodukte [9]. Bereich (3) beinhaltet die Entwicklung der Kundendienstleistung. Diese ist wesentlicher Bestandteil der SSA und beschreibt die Schnittstelle zwischen Kunden, dem 4PL Integrator sowie den zu integrierenden SDL. Die Entwicklung der Kundendienstleistung ist Bestandteil der dynamischen Betrachtung der 4PL SSA und wird in 4.2 näher erläutert. Bereich (4) des Modells beinhaltet die Kollaboration der verschiedenen Akteure des Service-Systems zur tatsächlichen Erbringung der Kundendienstleistung. Dabei werden ausgehend von der entwickelten Kundendienstleistung (Bereich 3) die jeweils erforderlichen Ressourcen von den Leistungserbringern zur Verfügung gestellt. Dabei wird je Kunde und Kundendienstleistung ein Netzwerk gebildet, welches durch Knoten (Strukturen) und Kanten (Leistungsflüsse) gekennzeichnet ist. Die Koordination der Kollaboration der Partner erfolgt anhand der kombinierten Logistik-Service-Module sowie durch den 4PL Integrator als Netzwerkmanager. Um die flexible Anbindung beliebiger SDL zur Erbringung eines Service-Moduls gewährleisten zu können, müssen die Schnittstellen je Service-Modul und das Modul selbst beschrieben und zu einem gewissen Grad standardisiert sein. Inputfaktoren, Outputfaktoren,



Leistungsversprechen und die zugelassenen externen Faktoren stellen Optionen für Standardisierungsbestrebungen dar [25]. Die Prozesse, die zur Erfüllung des Leistungsversprechens eines Service-Modules notwendig sind, obliegen den angebundenen Akteuren. Bereich (5) bildet das Zentrum der Architektur, da hier alle Bereiche zusammenfließen. Die in (2) entwickelten Service-Module stellen das Leistungsangebot  $m$  dar, welches mit den Anforderungen aus (3) in Beziehung gebracht wird. Das Ergebnis ist eine Menge  $n(m)$  an Service-Modulen die für einen spezifischen Kunden gemäß seinen Anforderungen kombiniert werden und die Kundendienstleistung abbilden. Für die Service-Module werden je nach Ressourcenverfügbarkeit seitens der Anbieter entsprechende Anbieter aus dem latenten Netzwerk (Partnerpool) aktiviert. In dem aktivierten Netzwerk wird die Kundendienstleistung schließlich erbracht.

#### 4.2 Dynamische Sicht der 4PL Service-System-Architektur

Die dynamische Beschreibung des Service-Systems anhand eines ablauforientierten Modells (vgl. Bild 3) ermöglicht eine Lebenszyklus-orientierte Betrachtung des Systems. Dabei werden die Phasen der *Kollaboration* mit denen der *Kundendienstleistung* (vgl. Bild 2) integriert aus Sicht des 4PL Netzwerk-Managers betrachtet. Der Ausgangspunkt in der *Phase Strategieentwicklung* ist eine Entscheidungssituation eines Unternehmens (z.B. ausgelöst durch einen logistischen Kapazitätsengpass aufgrund eines steigenden Produktionsdurchsatzes) mit den Optionen „Make“ (Eigenerstellung logistischer Leistungen) oder „Buy“ (Fremdbezug). Im ersten Schritt erfolgen eine Anforderungsanalyse, in der die SOLL-Vorstellungen des Kunden und dessen Bedarf an Logistikdienstleistungen aufgenommen werden, sowie eine IST-Analyse, die einen Überblick über die aktuelle Supply Chain des Kunden gibt. Die Kenntnis über den Bedarf an Logistikleistungen mündet in die Feststellung der Notwendigkeit zur Kollaboration mit SDL und in den Zugriff auf deren Ressourcen. In einem nächsten Schritt sind die LSM zur Erfüllung der SOLL-Anforderungen zu bestimmen. Nachdem die passenden LSM identifiziert wurden, beispielsweise anhand eines LSM-Kataloges, kann das SOLL-Szenario durch Kombination der ermittelten LSM modelliert werden. Im Ergebnis entsteht das Modell einer individuellen Kundendienstleistung. Die Basis für die Entscheidung zwischen „Make“ oder „Buy“ des Kunden bilden schließlich die jeweils resultierenden Kosten. Um die Kundendienstleistung respektive die zugrunde liegenden LSM inhaltlich zu spezifizieren, werden sie in der *Konzeptionsphase* mit kundenindividuellen Parametern hinterlegt. Ausgehend davon erfolgt die Suche nach geeigneten SDL je LSM. Dabei muss auf das Vorhandensein der benötigten Ressourcen ebenso wie auf freie Kapazitäten seitens der SDL geachtet werden. SDL können dem 4PL bereits bekannt sein aus vorangegangenen Kollaborationen (latentes Netzwerk) oder gänzlich neu. Ein Verzeichnis mit potenziellen SDL kann diesen Vorgang unterstützen. Sind passende SDL identifiziert, kann der Prozess der Kundendienstleistung definiert und formalisiert werden. Die Formalisierung dient der Visualisierung und Dokumentation (z.B. Vertragsgestaltung), als Basis zur Simulation (z.B. parameterabhängige Simulation des Materialflusses) sowie der Konzeption und Realisierung der informationstechnologischen Unterstützung zur Steuerung des Informationsflusses. In der *Implementierungsphase* werden Schnittstellen (physische und informationstechnische), die aus der Kombination einzelner LSM (jeweils erbracht durch verschiedene SDL) entstehen, gestaltet. Zudem wird die Kollaboration in dem neu entstandenen kundenspezifischen Dienstleistungsnetzwerk organisiert bezüglich Rollen, Aufgaben, zu integrierenden Strukturen und Koordinations- und Steuerungsmechanismen der Ausführung logistischer Prozesse. Vorhandene Informationsbestände und Daten des Kunden und dessen Supply Chain Partner werden übernommen und schaffen die Ausgangsbasis der folgenden Leistungserbringung.



**Bild 3: Modell der Gestaltung eines 4PL Service-Systems**

Das kundenspezifische Dienstleistungsnetzwerk wird auf strategischer, ablauf- und informations-technischer Ebene implementiert. Zwischen den Partnern werden Service Level Agreements und Verträge geschlossen. Die Phase des *laufenden Betriebs* beginnt mit dem Übergang der operativen Verantwortung zum 4PL. Sie ist der Startzeitpunkt der vertraglich bestimmten Leistungserbringung. Gleichzeitig wird jeder einzelne Kollaborationspartner (SDL) die Prozesse seines Verantwortungsbereichs ausführen, welche vom 4PL koordiniert und überwacht werden. Die *Beendigung des Kollaborationsverhältnisses* kann stattfinden, ohne dass die Beendigung der Kundendienstleistung erfolgt. So kann die Leistungsüberwachung durch den 4PL die Schlechtleistung eines Kollaborationspartners aufdecken, wodurch dieser umgehend durch einen anderen ersetzt werden muss. Die *Beendigung der Kundendienstleistung* erfolgt, wenn der Vertrag zwischen Kunde und 4PL beendet wird. Diese Beendigung bedingt die Beendigung der Kollaboration mit den SDL für diesen Kunden. Das kundenspezifische Dienstleistungsnetzwerk löst sich auf.

## 5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde das Service-System eines LDL-NW vorgestellt und anhand dessen spezifischer Merkmale Anforderungen an eine architektonische Gestaltung dieses Service-Systems abgeleitet. Die Architektur eines Service-Systems soll dessen Dokumentation, Analyse und Gestaltung dienen und damit die Realisierung neuer Kollaborationsmodelle im Dienstleistungsbereich vorantreiben. Der Mangel an bestehenden Architekturen für Service-Systeme weist auf einen zukünftigen Forschungsbedarf hin. Mit dem vorgestellten strukturellen und dynamischen Modell eines 4PL Service-Systems soll eine erste Grundlage auf dem Weg zur Entwicklung einer Service-System-Architektur für Dienstleistungsnetzwerke geschaffen werden. Die Modelle berücksichtigen die wesentlichen Gestaltungselemente eines LDL-NW, es fehlen jedoch die Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung und Abbildung der einzelnen Komponenten der 4PL Service-System-Architektur. Weiterhin wurde auf die Gestaltungsebenen Organisation, Software und IT-Infrastruktur, wie sie bei Unternehmensarchitekturen vorzufindenden sind, in diesem Ansatz nicht explizit eingegangen. Die Berücksichtigung dieser Gestaltungsanforderungen wird Gegenstand zukünftiger Forschungstätigkeiten sein.

## 6 Literatur

- [1] Aier, S; Riege, C; Winter, R (2008): Unternehmensarchitektur – Literaturüberblick und Stand der Praxis. *Wirtschaftsinformatik*, 4: 292-304.
- [2] Alter, S (2008): Service system fundamentals: Work system, value chain, and life cycle. *IBM Systems Journal*, 47(1): 71-85.
- [3] Balzert, H (2011): Lehrbuch der Softwaretechnik: Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [4] Böhmman, T; Krcmar, H (2006): Modulare Servicearchitekturen. In: Bullinger, H-J; Scheer, A-W (Hrsg.), *Service Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [5] Bretzke, W-R (2010): Logistische Netzwerke. Springer, Heidelberg, u.a.
- [6] Bruns, R; Dunkel, J (2010): Event-Driven Architecture. Softwarearchitektur für ereignis-gesteuerte Geschäftsprozesse. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [7] Burr, W (2002): Service Engineering bei technischen Dienstleistungen. Eine ökonomische Analyse der Modularisierung, Leistungstiefengestaltung und Systembündelung. DUV, Wiesbaden.
- [8] Büttgen, M; Ludwig, M (1997): Mass Customization von Dienstleistungen. Arbeitspapier des Instituts für Markt- und Distributionsforschung der Universität Köln.
- [9] Corsten, H; Dresch, K-M; Gössinger, R (2007): Gestaltung modularer Dienstleistungsproduktion. In: Bruhn, M; Stauss, B (Hrsg.), *Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen*. Gabler, Wiesbaden.
- [10] Dumas, M; O'Sullivan, JJ; Heravizadeh, M; Edmond, D; ter Hofstede, AHM (2003): Towards a semantic framework for service description. In: Meersman, R; Aberer, K; Dillon, TS (Hrsg.), *Data Semantics 9: Semantic Issues in E-Commerce*, APRIL 25 - 28. Hong Kong, China.
- [11] Glushko, RJ; Tabas, L (2008): Bridging the "Front Stage" and "Back Stage" in Service System Design, *Proceedings of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences*.
- [12] Gudehus, T; Kotzab, H (2009): *Comprehensive Logistics*. Springer, Berlin Heidelberg.
- [13] Hamel, G (2000): *Leading the Revolution*. Harvard Business School Press, Boston.
- [14] Jaschinski, C (1998): *Qualitätsorientiertes Redesign von Dienstleistungen*. Shaker, Aachen.
- [15] Kuhn, A; Hellingrath, B (2006): Instrumente und Methoden für das Kooperationsmanagement in Logistiknetzwerken. In: Wojda, F; Barth, A (Hrsg.), *Innovative Kooperationsnetzwerke*. DUV, Wiesbaden.
- [16] Lusch, RF; Vargo, SL; Wessels, G (2008): Towards a conceptual foundation for service science: Contributions from service-dominant logic. *IBM Systems Journal*, 47(1).
- [17] Maglio, PP; Vargo, SL; Caswell, N; Spohrer, J (2009): The service system is the basic abstraction of service science. *Information Systems and E-Business Management*, 7(4): 395-406.

- [18] Nissen, V; Bothe, M (2002): Fourth Party Logistics - ein Überblick. *Logistik Management*, 4(1): 16-26.
- [19] Patrício, L; Fisk, RP; Cunha, JFe; Constantine, L (2011): Multilevel Service Design: From Customer Value Constellation to Service Experience Blueprinting. *Journal of Service Research*, 14(2): 180-200.
- [20] Peng, Y; Badr, Y; Biennier, F (2009): A generic service system for knowledge-intensive service firms, *International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*. France.
- [21] Piller, F; Meier, R (2001): Strategien zur effizienten Individualisierung von Dienstleistungen. *Industrie Management*, 17(2): 13-17.
- [22] Scheer, A-W; Grieble, O; Klein, R (2006): Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. In: Bullinger, H-J; Scheer, A-W (Hrsg.), *Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Springer, Berlin Heidelberg.
- [23] Schmitt, A (2006): 4PL-Providing als strategische Option für Kontraktlogistikdienstleister. DUV, Wiesbaden.
- [24] Spies, T (2011): Generische Architektursichten. Erzeugung und Visualisierung kontextspezifischer Sichten am Beispiel serviceorientierter Architekturen. Gabler, Wiesbaden.
- [25] Stauss, B (2006): Plattformstrategie im Dienstleistungsbereich. In: Bullinger, H-J; Scheer, A-W (Hrsg.), *Service Engineering*. Springer, Berlin Heidelberg.
- [26] Tax, SS; Stuart, I (1997): Designing and Implementing New Services: The Challenges of Integrating Service Systems. *Journal of Retailing*, 73(1): 105-134.
- [27] Vargo, SL; Maglio, PP; Akaka, MA (2008): On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective. *European Management Journal*, 26: 145-152.
- [28] Welter, M (2005): Die Dienstleistung als Objekt der Wirtschaftswissenschaften. *der markt*, 44(173): 94-99.
- [29] Werth, D (2007): Modellierung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Europäischer Hochschulverlag, Bremen, Hamburg.
- [30] Winter, R; Fischer, R (2006): Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture, IEEE Computer Society: EDOC Workshop on Trends in Enterprise Architecture Research. Los Alamitos, USA.
- [31] Zellner, G (2008): Gestaltung hybrider Wertschöpfung mittels Architekturen – Analyse am Beispiel des Business Engineering. *Wirtschaftsinformatik*, 3: 187-195.

# **Innovationsmanagement in IT-Abteilungen – eine fallstudienbasierte Untersuchung**

**Matthias Kießling**

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement, Göttingen,  
E-Mail: mkiessl@uni-goettingen.de

**Nils Wittig**

Accenture GmbH, Kronberg am Taunus, E-Mail: nils.wittig@accenture.com

**Lutz M. Kolbe**

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement, Göttingen,  
E-Mail: lkolbe@uni-goettingen.de

## **Abstract**

Die Rolle der IT nimmt heute eine zunehmend strategische Position ein, in der sie für Umsatzsicherung und -steigerung eintreten muss. Ein ganzheitliches Management ist daher unabdingbar, um die begrenzten Ressourcen optimal einzusetzen und den Output von IT-getriebenen Innovationen maximieren zu können. Der Beitrag gibt Einblicke in Methoden, Ansätze und Prozesse der Praxis und zeigt, wie IT-Abteilungen auf strategischer, prozessualer, organisatorischer und kultureller Ebene die Entwicklung von IT-getriebenen Innovationen steuern. Das Ergebnis des Beitrages zeigt, dass Managementstrukturen auf strategischer und prozessualer Ebene existieren, während die kulturelle und organisatorische Dimension des IT-Innovationsmanagements vernachlässigt wird.

## **1 Einleitung**

Während sich die Rolle der Informationstechnologie (IT) ehemals im Hintergrund zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit abspielte, nimmt sie heute zunehmend eine Position ein, in der sie für die Generierung strategischer Wettbewerbsvorteile verantwortlich ist [9]. Vernachlässigen etablierte Unternehmen die Weiterentwicklung der IT, so riskieren sie den Verlust von Marktanteilen. Studienergebnisse belegen die Erfolgsrelevanz von IT-getriebenen Innovationen: 90% der betrachteten Unternehmen konnten anhand dieser Innovationen Wachstumsraten von über 10% erzielen [1]. Weiterhin zeigt die weltweit durchgeführte „CIO Study“ von [11], dass Chief Information Officers (CIOs) bereits heute 55% ihrer Zeit darauf verwenden, um Innovationsthemen in ihrem Unternehmen voranzutreiben.

Die optimale Ausgestaltung des Innovationsmanagements ist ein wichtiges Thema für Unternehmen und findet eine umfangreiche Betrachtung in der Forschung. Das Innovationsmanagement von IT-Abteilungen (IT-Innovationsmanagement) ist hingegen ein relativ neues Forschungsfeld, das noch nicht viel Beachtung gefunden hat [3]. Ziel des vorliegenden Artikels ist es, mittels explorativer Fallstudien, Gestaltungsmöglichkeiten für das Forschungsfeld des IT-Innovationsmanagements aufzuzeigen und diese mit in der Literatur vorzufindenden Erkenntnissen zu vergleichen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Innovationsmanagement

Die Mehrheit der in der Literatur existierenden Definitionen einer Innovation formulieren den von Schumpeter aufgeworfenen Aspekt, dass eine Innovation ein neuartiges Produkt oder Verfahren beschreibt, welches sich von Vorangegangenen merklich unterscheidet [10][11]. Wesentlich ist hierbei nicht zwangsläufig die Neuartigkeit im Sinne einer Ersteinführung, sondern vielmehr die wahrgenommene Neuartigkeit aus Sicht der Adoptierenden [22]. Während in der Vergangenheit Innovationen häufig ungeplant und eher zufällig entstanden, hat sich zunehmend die Notwendigkeit einer systematischen Herangehensweise durchgesetzt, um den Besonderheiten von Innovationen Rechnung zu tragen.

In der Literatur richtet sich das Innovationsmanagement vorwiegend an der prozessualen Dimension aus und stellt den Durchsetzungs- und Entscheidungsaspekt in den Mittelpunkt [10]. Im Gegensatz hierzu genießt eine ganzheitliche Betrachtung steigende Aufmerksamkeit, da eine eindimensionale Betrachtung für eine optimale Ausgestaltung des Innovationsmanagements nicht ausreicht [4][28]. Dieser Ansatz bezieht die Unternehmenskomponenten Strategie, Prozess, Organisation und Kultur in die Gestaltung ein. [4] als auch [28] definieren diese Unterscheidung gar explizit als „Architektur des Innovationsmanagement“ bzw. als „Innovationspyramide“. Da eine ausführliche Darstellung der Komponenten im Rahmen der Arbeit nicht möglich ist, liefert Tabelle 1 eine kurze Übersicht der vier Komponenten.

Komponenten	Beschreibung
Innovationsstrategie	Im Fokus des strategischen Innovationsmanagements steht die an den Zielen der Gesamtunternehmung ausgerichtete und mit der Geschäftsstrategie abgestimmte Planung und Entwicklung einer Innovationsstrategie, die sich durch zeit- und ressourcenorientierte Aspekte zusammensetzt [20][28].
Innovationsprozess	Innovationen durchlaufen von der initialen Ideengenerierung, über die Ideenbewertung bis zur praktischen Umsetzung einen mehrstufigen Prozess, dessen Ausprägung in Abhängigkeit von Branche, Unternehmensgröße und Organisationsform stark variieren kann [6][7].
Innovationsorganisation	Die aufbauorganisatorische Ausgestaltung des Innovationsmanagements ist als Institution für die zielgerichtete Abstimmung finanzieller, materieller und personeller Ressourcen zuständig. Dieses variiert in Struktur, Formalisierungsgrad sowie Integration in das gesamte Unternehmen [20][25].
Innovationskultur	Erfolgreiche Innovatoren weisen in der Regel spezifische Merkmale auf, die als Indikatoren für eine innovationsfreundliche Unternehmenskultur angesehen werden können. Hierzu zählen beispielsweise ein hoher Stellenwert von Innovationen, Toleranz gegenüber Fehlern und Misserfolgen, das Schaffen kreativer Freiräume sowie eine aktive Innovationsförderung durch Anreize und Belohnungen [10][25].

**Tabelle 1: Komponenten des Innovationsmanagements**

Ziel des Innovationsmanagements ist es, diese Komponenten optimal aufeinander abzustimmen und auf allen Unternehmensebenen kontinuierlich zu thematisieren. Darüber hinaus bilden diese Komponenten die Struktur im weiteren Verlauf dieses Beitrags. Während bei [4] die IT neben Human Resource Management und Controlling als sog. „Enabler“-Faktoren, die den Innovationsfortschritt unterstützen, überwachen und ihn mit den strategischen Zielen abgleichen, agieren und auf die bloße Unterstützung der Innovationsaktivitäten beschränkt wird, heben die weiteren Betrachtungen dieses Beitrags diese in das Zentrum der Untersuchung.

## 2.2 Forschungslücke

Für den vorliegenden Beitrag wurde zur Beschreibung, Synthese und Analyse wissenschaftlicher Publikationen auf Basis des Ansatzes von [27] ein Literatur-Review durchgeführt. Hierfür wurden 58 relevante Journale aus den Kategorien A und B des WKWI-Rankings [30] sowie acht weitere Journale, die sich mit Innovationen beschäftigen und Tagungsbände von neun Konferenzen des WKWI-Rankings strukturiert durchsucht. Die Suche umfasste eine Beurteilung des Abstracts und der Stichworte in Bezug auf den Untersuchungsgegenstand. Anschließend erfolgte eine detaillierte Inhaltsanalyse, in der zwölf relevante Beiträge identifiziert wurden. Tabelle 2 enthält einen stichpunktartigen Überblick über die in der Literatur adressierten Aspekte des IT-Innovationsmanagements, sowie eine Einordnung in die vier Komponenten.

Strategie	
IT-Innovationsstrategie	[13][24][29]
Zeitorientierte Wettbewerbsstrategie	[17]
Finanzierungsmodelle	[13][29]
Prozess	
IT-Innovationsprozessmodell	[3][15]
Open Innovation	[2][19][24][29]
Organisation	
Formalisierung	[13][29]
Integration	[5][24]
Organisationsformen	[14][23][29]
Kultur	
Aufbau einer IT-Innovationskultur	[13][15][24][29]
Flexibilität und Freiräume	[13][24][29]
Anreizsysteme	[24][29]
Arbeitsklima	[26]

**Tabelle 2: Themenschwerpunkte des IT-Innovationsmanagements existierender Untersuchungen**

Buchbeiträge, Dissertationen und Habilitationsschriften wurden in dem Literaturüberblick vernachlässigt. Trotzdem wird deutlich, dass das Gesamtergebnis mit zwölf Beiträgen als gering bezeichnet werden kann. Darüber hinaus existiert nur eine Publikation [29], die Teilaspekte aller vier Komponenten adressiert, diese allerdings nur anhand einer Fallstudie. Der vorliegende Beitrag adressiert dieses Defizit, indem eine ganzheitliche Betrachtung des IT-Innovationsmanagements mittels multipler Fallstudien vorgenommen wird.

### 3 Methodik

Da das Ziel dieser Arbeit einen explorativen Charakter trägt, wird die strikte Definition des Forschungsziels zu Beginn der Arbeit, so wie es [8] fordert, vernachlässigt und der intuitiven Methodik nach [31] gefolgt. Nach diesem Ansatz ist die Analyse eines Untersuchungsgegenstandes möglich, wenn keine starke theoretische Basis existiert. Eine Untersuchung und Erkenntnisgewinnung ist auch mit der Aufnahme einiger weniger Fallstudien möglich. Hierbei ist eine möglichst große Variabilität der Untersuchungsgegenstände sinnvoll, um eine Cross-Case-Analysis durchführen zu können. Daher wurden fünf Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen zu dem Untersuchungsgegenstand befragt. Die folgende Tabelle stellt die Unternehmen kurz vor.

Unternehmen	Mitarbeiteranzahl	Umsatz in Millionen € in 2010	Branche
A	>100.000	> 50.000	Handel
B	>50.000	> 50.000	Automobil
C	>100.000	> 50.000	Logistik
D	>100.000	> 50.000	Automobil
E	>100.000	> 50.000	Diverses

**Tabelle 3: Demografische Daten der Stichprobe**

Potentielle Kandidaten der Studie stellen ausschließlich Unternehmen dar, die in ihrem Kerngeschäft keine IT-Produkte oder IT-Dienstleistungen anbieten. Unter der Annahme, dass formalisierte Strukturen in Abhängigkeit zur Unternehmensgröße sowie Mitarbeiteranzahl stehen, liegt der Fokus ausschließlich auf Großunternehmen. Alle teilnehmenden Experten sind IT-Innovationsmanager oder Manager in vergleichbaren Positionen mit entsprechender Verantwortung aus den Bereichen IT-getriebener Innovationen, F&E oder Technologie. Ein Interviewleitfaden mit 9 Fragestellungen wurde erstellt, um der Studie ein Forschungskonstrukt zugrunde zu legen. Basierend auf theoretischen Grundlagen, wurden die Fragestellungen in die vier Dimensionen (Strategie, Prozess, Organisation und Kultur) untergliedert und offen formuliert. Die Reihenfolge der Themen wurde bei Bedarf variiert und ermöglichte durch eine entsprechende Flexibilität während der Erhebung, die Erörterung neu aufkommender Fragestellungen. Alle Interviews wurden im Zeitraum Mai – Juni 2011 in Form von Telefoninterviews geführt und waren zwischen 45 und 60 Minuten lang. Anhand der Aufzeichnung der Interviews erfolgte eine Transkribierung, die eine detaillierte Untersuchung des Expertenwissens ermöglichte [18].

Die Zusammenfassung der Erkenntnisse der Fallstudien wurde mittels der Qualitative Comparative Analysis (QCA) durchgeführt [21]. QCA ist eine Technik die zur Problemlösung genutzt wird, bei der kausale Schlussfolgerungen zwischen einer kleinen Anzahl an Fällen vorgenommen werden. Die Daten der Fallstudie wurden in tabellarischer Form erhoben und dienten zur Identifizierung von Gemeinsamkeiten sowie Unterschieden zwischen den fünf Unternehmen. Anschließend wurden diese Erkenntnisse in einer konsistenten Struktur erfasst und aggregiert.



## 4 Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Fallstudien nach den vier Komponenten sowie deren Ausprägungen präsentiert.

### 4.1 Strategie

**IT-Innovationsstrategie:** Die Studie zeigt, dass die Strategieerarbeitung unterschiedlichen Ansätzen folgt. Zum einen wurden bei drei Unternehmen Strategien auf Basis vorhandener Konzepte und Marktentwicklungen erarbeitet. Zum anderen wurden bei zwei Unternehmen strategische Entscheidungen auf Grundlage entwickelter Proof-of-Concepts getroffen. Darüber hinaus konnte bei einem Unternehmen beobachtet werden, dass die Strukturierung der Strategie anhand des Lebenszyklusses der Innovation erfolgt. Weiterhin zeigte sich, dass eine bidirektionale Strategieentwicklung angestrebt wird, in der externe und interne Einflüsse aufgenommen werden und damit eine Top-Down Erarbeitung der Strategie vermieden wird. Einflussfaktoren sind Mitarbeiter der eigenen Organisation, Manager wichtiger IT-Produkte oder IT-Abteilungen. Eine Überarbeitung der IT-Innovationsstrategie erfolgt fortlaufend im Rahmen von periodisch angesetzten Terminen. Die Frequenz der Erarbeitung erfolgt im Rahmen von ein bis zwei Monaten.

**Zeitorientierte Wettbewerbsstrategie:** Alle untersuchten Unternehmen sehen sich primär in der Rolle des „Fast Followers“. Begründet wurde diese mit der nicht zum Kerngeschäft gehörenden IT. Dennoch verbleiben Unternehmen nicht ausschließlich in der Rolle des passiven „Fast Followers“, sondern begeben sich flexibel je nach Innovationsvorhaben auch in die Position des „First Movers“. Demnach wird nicht, wie von [17] gefordert, das Marktumfeld in den Mittelpunkt der Entscheidung gestellt, sondern das erhöhte Risiko sowie die vermeintlichen Mehrkosten in Relation zur erwarteten Auswirkung der Innovation gesetzt. Kriterien, die zur Beurteilung eingesetzt werden, sind das mögliche Differenzierungspotential, der Return on Investment sowie der generell erwartete Geschäftsnutzen. Ein methodischer Ansatz konnte lediglich bei einem Unternehmen beobachtet werden, das anhand einer Anwendungsszenarienanalyse die wichtigsten Themen identifiziert. So lassen sich je nach Relevanz für das Unternehmen dedizierte Innovationsprojekte aufsetzen, die eine fortwährende Entwicklung der Innovation unter einer gesicherten Finanzierung ermöglichen.

**Finanzierungsmodelle:** Die Studie ermöglichte die Identifizierung von drei verschiedenen Ansätzen zur Finanzierung von IT-getriebenen Innovationen. Ersterer orientiert sich am „Co-Funding“ Modell, das sowohl [13] als auch [29] anführen, um das Engagement für die Innovation und die Fokussierung auf den Unternehmenswert zu schärfen, indem eine (Teil-) Finanzierung der Innovation durch den eingebundenen Fachbereich erfolgen muss. Dieses Modell konnte bei zwei Unternehmen beobachtet werden und bestätigte die aus der Literatur zugesprochenen Effekte. Das zweite identifizierte Modell ist der Einsatz eines dedizierten IT-Innovationsbudgets aus dem IT-Innovationsprojekte finanziert werden. Dieses Modell konnte jedoch bei lediglich einem Unternehmen beobachtet werden. Demgegenüber steht die klassische Projektfinanzierung, bei der die IT-Abteilung entscheidet, welche Projekte in welchem Umfang finanziert werden. Der Einsatz dieses Modells erfolgte bei zwei Unternehmen. Es zeigte sich darüber hinaus, dass die „Co-Funding“-Modelle mit dem Einsatz eines dedizierten IT-Innovationsbudgets kombiniert wurden. Dies ermöglicht den Unternehmen in frühen Phasen der Entwicklung die Finanzierung der ersten Konzeptentwicklung und ermöglicht unabhängig vom Auftraggeber forschen zu können. Weiterhin wurden aus diesen Mitteln die zentralen

Aufgaben des IT-Innovationsmanagements sowie die Entwicklung der grundlegenden Enabler-Technologien im Rahmen großer IT-Innovationsprojekte sichergestellt. Das Unternehmen entzieht sich dadurch aus der Abhängigkeit von Finanzierungen der Fachbereiche.

## 4.2 Prozess

**IT-Innovationsprozessmodell:** Die Betrachtung des IT-Innovationsprozesses zeigte, dass in allen untersuchten Unternehmen eine Form des „Stage and Gate“ Modells nach [7] vorherrscht und mit zunehmendem Fortschritt des Prozesses ein ansteigender Formalisierungsgrad zu beobachten ist. Während die frühen Phasen der Ideengenerierung stark informell und ohne System vollzogen werden, erfolgt die Evaluierung verstärkt koordiniert. Wie bereits von [24][13] beschrieben, bestätigt die vorgenommene Untersuchung, dass Unternehmen zur Generierung von Ideen vorwiegend auf den Einsatz ihrer Mitarbeiter bauen. Ausführungen zum Ideenmanagement fielen indessen sehr spärlich aus. In diesem Zusammenhang konnte jedoch bei jeweils einem Unternehmen der Einsatz von Technology Screenings sowie die Integration eines Open Innovation Networks beobachtet werden, das der systematischen Ideenerfassung dient. Erhobene Ideen werden im Anschluss im Rahmen eines Evaluierungsprozesses selektiert. Hierfür erfolgt bei drei der untersuchten Unternehmen ein erstes Pre-Screening, bspw. durch den „Head of IT Innovationmanagement“, durch den Einsatz von externen Trend- und Marktforschern oder im Fall des Open Innovation Networks in Form eines implementierten Ratingsystems. Im Anschluss wird eine Expertenevaluierung durchgeführt, die aufgrund des Fachwissens eine umfassendere Bewertung zulässt. Hierfür werden ausgearbeitete Ideen in zuständige Fachbereiche überführt oder von Gremien unter der Expertise verschiedener Führungskräfte bewertet. Die weiteren Schritte des Innovationsprozesses (Ideenbewertung, -selektion, -umsetzung) werden idealtypisch durchgeführt. Bevor die Konzeption in die endgültige Entwicklung übergeht, erarbeiten Unternehmen Prototypen, um die nötige Sicherheit für eine endgültige Entwicklungsentscheidung zu gewinnen. Anschließend gehen Innovationen in die Entwicklung über, in der sie als normales Projekt durchgeführt werden und sich ab diesem Punkt nicht von anderen standardisierten Projekten unterscheiden. Dies lässt erwarten, dass die Entwicklung dezentral mit anderen IT-Projekten einhergeht und stützt somit die Aussage von [3], dass IT-getriebene Innovationen vorzugsweise dezentral und integrativ mit anderen IT-Projekten entwickelt werden sollten. Obwohl der Innovationsprozess erst mit der Markteinführung beendet ist, wurde in keinem Interview auf diesen Prozessschritt eingegangen. Daher ist davon auszugehen, dass IT-getriebene Innovationen in der Praxis nur bis zur Entwicklungsübergabe betreut werden.

**Open Innovation:** Es zeigt sich, dass alle untersuchten Unternehmen einen Open-Innovation-Ansatz verfolgen und Innovationen im Rahmen von Unternehmensnetzwerken entwickeln. Die IT-Abteilungen praktizieren eine enge Einbindung der Kunden entlang des IT-Innovationsprozesses. Ferner zeigte sich bei drei Unternehmen die gegenseitige Offenlegung von „Innovation Pipelines“, um über zukünftige Entwicklungen ihrer Partner informiert zu sein. Dies erlaubt ihnen schon vor Beginn der Markteinführung Zugriff auf erste Testversionen, um eigene Entwicklung mit neuester Technologie der Kooperationspartner auszustatten. Ebenso konnte bei einem Unternehmen der Einsatz einer implementierten Open-Innovation-Plattform beobachtet werden, die Schlüssellieferanten in das interne Innovationsnetzwerk einbindet und ihnen die Möglichkeit bietet, Lösungen vorzuschlagen und an bestehenden Ansätzen mitzuwirken. Darüber hinaus erfolgten Kooperationen bei einem Unternehmen auch auf finanzieller Ebene, indem sich große Partnerunternehmen dazu verpflichteten, Teile ihrer Umsätze in innovative Vorhaben des Partnerunternehmens zu investieren. Keines der untersuchten Unternehmen

greift hingegen auf Lizenzierungsverfahren für IT-getriebene Innovationen am freien Markt zurück [3]. Die Auslagerung von IT-Innovationsprojekten wurde hingegen mehrheitlich durchgeführt. Zum einen sind hierfür Crowdsourcing-Modelle geplant, um losgelöste Teilprojekte bspw. in Zusammenarbeit mit Universitäten umzusetzen. Zum anderen wurden Kooperationen mit Offshore-Innovation-Outsourcing Unternehmen genannt, um für den Fall interner Kapazitätsbeschränkungen Innovationsprojekte extern entwickeln zu lassen.

### 4.3 Organisation

**Formalisierung:** Eine Formalisierung des IT-Innovationsmanagements konnte bei vier der fünf untersuchten Unternehmen vorgefunden werden. Es zeigte sich jedoch, dass kaum dedizierte IT-Innovationsteams aufgebaut werden, so wie es sich bei [29] beobachten ließ. Das formalisierte IT-Innovationsmanagement ist sehr schlank aufgestellt und besteht aus wenigen Mitarbeitern, die Koordinierungsfunktionen wahrnehmen. Zudem zeigte sich, dass vermehrt eine prozessorientierte Sichtweise vorherrscht. So sind Verantwortliche des IT-Innovationsmanagements auch gleichzeitig Prozesseigner des IT-Innovationsprozesses oder aber das IT-Innovationsmanagement wird im Organisationsbereich „Operations“ angesiedelt und wird überwiegend von Softwarelösungen gesteuert. Aufgaben werden dementsprechend vorwiegend zentral erfasst und anschließend in Organisationslinien weiterdelegiert.

**Integration:** Für die Eingliederung des IT-Innovationsmanagements in das Unternehmen, streben diese die Förderung einer abteilungsübergreifenden Kommunikation an. So ließ sich bei einem Unternehmen der Einsatz von internen „Business Consultants“ beobachten, deren Aufgabe es mitunter ist, als Intermediär zwischen Fachbereich und IT-Abteilung zu fungieren und neue Lösungen an Fachbereiche heranzutragen sowie neue Ideen der Fachbereiche in der IT-Abteilung vorzustellen. Besonders effizient erscheint in diesem Zusammenhang das von einem Unternehmen eingeführte Open Innovation Network, das eingesetzt wird, um Problemlösungen organisationsübergreifend voranzutreiben und flexibel an aktuellen Problemstellungen arbeiten zu können. Durch den Verzicht auf einen Intermediär in Form von Business Consultants oder Key Accounts erfolgt die Kommunikation direkt zwischen den agierenden Teilnehmern.

**Organisationsmodelle:** Die Untersuchung zeigt, dass eines der global agierenden Unternehmen der Studie Kompetenzzentren einsetzt, um an IT-Innovationsthemen abseits des Tagesgeschäfts zu arbeiten. Obwohl sich Innovationsaktivitäten in diesem Fall auch im Konzern beobachten lassen, scheinen die elementaren Impulse besonders aus diesen Kompetenzzentren hervorzugehen und ermöglichen trotz globaler Verteilung den effizienten Einsatz der IT-Innovationskompetenzen. Weiterhin wurde bei einem Unternehmen das von [16] vorgestellte Organisationsmodell des „Innovation Hub“ identifiziert. Die im vorigen Abschnitt vorgestellten Business Consultants agieren dem Modell nach als Schnittstelle zwischen IT-Abteilung und Fachbereichen und treiben innovative Ideen voran. Der hybride Ansatz des Innovation Hub ermöglicht eine dezentrale Einbindung mehrerer Akteure, was gerade großen Unternehmen, unerlässlich ist. Ein rein zentraler Ansatz ist in solchen Unternehmen nur schwer umsetzbar. Darüber hinaus wurde bei einem Unternehmen der Einsatz des von [14] weiterentwickelte Modell des Innovation Hubs beobachtet. Bei diesem existiert zu den dezentralen Akteuren eine zentrale Koordinierungsabteilung in Form einer Stabstelle, die direkt zu einem Vorstandsmitglied berichtet. Gleichermäßen bindet es sowohl das interne Ideenmanagement als auch das Unternehmensumfeld in den internen IT-Innovationsprozess ein. So werden zusätzlich externe Innovationskompetenzen in das Unternehmen integriert sowie externe Outsourcing-Kapazitäten zur

Erweiterung der eigenen Ressourcen genutzt. Darüber hinaus werden Open Innovation Modelle eingesetzt, bei denen neben der zentralen Organisation des IT-Innovationsmanagements potentiell jeder Mitarbeiter in den IT-Innovationsprozess einbezogen wird. Somit werden strategische Entscheidungen zentral erfasst, während die Ausarbeitung sowie eine erste Bewertung von Ideen dezentral durch den Einsatz einer Open Innovation Plattform erfolgt, was eine höhere Anteilnahme des Gesamtunternehmens in den frühen Innovationsphasen erwarten lässt.

#### 4.4 Kultur

**IT-Innovationskultur:** Ein häufig genannter Aspekt bei dem Aufbau der IT-Innovationskultur ist die Unterstützung durch das Top Management. Nur wenn eine ausreichende finanzielle Unterstützung der Geschäftsseite gegeben ist, interne Stakeholder Innovationsthemen vorantreiben und eine generelle Bereitschaft zum Wandel vorherrscht, ist es den Interviewergebnissen zufolge möglich, eine IT-Innovationskultur aufzubauen. Darüber hinaus versuchen Unternehmen anhand von Workshops und anderen Werkzeugen ein Verständnis für IT-getriebene Innovationen und Kreativitätstechniken außerhalb der IT-Abteilung zu vermitteln. Dies bestätigt zum einen die Bedeutung des Innovationsverständnisses [29][24], zum anderen lässt es aber auch den Schluss zu, dass Unternehmen, wie von [13] angeführt, einen Großteil des IT-Innovationspotentials außerhalb der IT-Abteilung erwarten. Weiterhin verfolgen sie das vermehrt in der Literatur formulierte Ziel des Wissensaustauschs innerhalb und über Organisationsgrenzen [24][29][15].

**Flexibilität und Freiräume:** Trotz des Bewusstseins, dass Mitarbeiter die wichtigste Quelle für Innovationen darstellen, scheinen Freiräume und Flexibilität ein schwieriges Thema zu bleiben. Die Untersuchung zeigt, dass bei vier der fünf Unternehmen wenig bis keine Freiräume eingeräumt werden. Eine entsprechende Einräumung bleibt den Mitarbeitern verwehrt, da eine IT-Innovationskultur nicht vorhanden ist oder Innovation als Aufgabe eines jeden Mitarbeiters im Rahmen des Tagesgeschäfts angesehen wird. Unternehmen sind daher auf die Eigeninitiative ihrer Mitarbeiter außerhalb der Arbeitszeit angewiesen. Bei zwei Unternehmen ließ sich jedoch beobachten, dass bei einem erfolgreichen ersten Ideenanstoß, nachfolgende Aktivitäten für eine erste Konzeptausarbeitung durch das Management finanziert werden. Dem gegenüber steht ein Unternehmen, das entsprechende Freiräume in Abhängigkeit des Mitarbeiterstatus einräumt und einem Kernteam für IT-getriebene Innovationen ein hohes Maß an Freiheiten gewährt, wohingegen andere Mitarbeiter sich an den bestehenden Kommunikationskanälen beteiligen und sich anhand von Fachkonferenzen und Fortbildungen mit Innovationen auseinandersetzen können.

**Anreizsysteme:** Der Literaturüberblick zu diesem Aspekt ergibt ein differenziertes Meinungsbild hinsichtlich der Effekte von Anreizsystemen. Anhand der durchgeführten Interviews konnte jedoch weiteres Licht auf diese Fragestellung geworfen werden: Die Ergebnisse zeigen, dass zwei der fünf Unternehmen keine Anreizsysteme einsetzen. In einem Fall ist dies auf eine nicht existierende IT-Innovationskultur zurückzuführen, während in einem zweiten Fall keine positiven Einflüsse durch Anreizsysteme erwartet werden. Dem gegenüber stehen drei Unternehmen, die von der Wirkung der Anreizsysteme überzeugt sind und sie erfolgreich einsetzen. Zu unterscheiden ist zwischen monetären und intrinsischen Anreizen. In zwei der drei Unternehmen werden monetäre Anreize erfolgreich in Form von variablen Gehaltsstrukturen sowie durch eine erfolgsabhängige Vergütung im Rahmen des internen Vorschlagwesens gesetzt. Beide Unternehmen wiesen jedoch darauf hin, dass ein solcher monetärer Anreiz nur ein kurzfristiger Effekt sein kann. Wesentlich wichtiger sei die intrinsische Motivation. Langfristig muss eine Denkweise

etabliert werden, die über monetäre Anreize hinausgeht und nachhaltig Mitarbeiter zur Innovationstätigkeit anregt. Eine solche Motivation sei aber in erster Linie durch Wertschätzung der erbrachten Leistung zu erzielen, und nicht durch eine einmalige monetäre Auszahlung. Eines der drei Unternehmen setzt gar nur Anreize, die auf letztere Motivation abzielt und vernachlässigt die monetäre Komponente vollständig.

#### 4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden in Tabelle 4 noch einmal kurz zusammengefasst. Darüber hinaus erfolgt eine Beurteilung, inwiefern die befragten Unternehmen bei den jeweiligen Aspekten ein methodisch strukturiertes Vorgehen erkennen ließen sowie eine Übereinstimmung der gewonnenen Erkenntnisse mit der in Abschnitt 3 präsentierten Literatur.

● In vollem Umfang; ● Sehr umfangreich; ● Umfangreich; ● Zum Teil; ○ Gar nicht

R1: Durch die Praxis erfasst; R2: Methodisches Vorgehen; R3: Übereinstimmung Literatur

Thematik	Erkenntnisse der Untersuchung	R1	R2	R3
<b>Strategie</b>				
IT-Innovationsstrategie	IT-Innovationsstrategien sind vorwiegend als Teil der IT-Strategie oder als eigenständige Strategie definiert und enthalten explizit ausformulierte Maßnahmen. Sie werden fortlaufend in Gremien anhand von Marktentwicklungen, Konzepten sowie Proof-of-Concepts erarbeitet und folgen einer bidirektionalen Strategieentwicklung unter Einfluss von internen und externen Faktoren.	●	●	●
Zeitorientierte Wettbewerbsstrategie	Die Positionierung zwischen „First Mover“ und „Fast Follower“ erfolgt individuell bei den Innovationsvorhaben. Entscheidungen werden vorwiegend auf Basis verschiedener Faktoren getroffen. Die präzisere Rolle des „Fast Followers“ nehmen Unternehmen aufgrund von begrenzten finanziellen Mitteln und Effizienzdruck ein.	●	●	○
Finanzierungsmodelle	Innovationen finanzieren sich aus dedizierten Innovationsbudgets, durch Projektfinanzierungen der IT-Abteilung oder über „Co-Funding“-Modelle. Finanzierungsentscheidungen werden durch Führungskräfte der involvierten Fachbereiche getroffen.	●	●	●
<b>Prozess</b>				
Prozessmodell	Der IT-Innovationsprozess ist ein „Stage and Gate“ Modell, der mit der Ideengenerierung beginnt. Vor der endgültigen Entwicklung wird ein Prototyp erarbeitet, der zur Entscheidungsfindung dient. Freigegebene Entwicklungen erfolgen als standardisiertes Projekt und werden als IT-Projekte behandelt. Die Markteinführung wird im Rahmen des IT-Innovationsprozesses nicht ausgearbeitet.	●	●	●
Open Innovation	Unternehmen sind auf den Open-Innovation-Ansatz angewiesen, um Kompetenzen in das Unternehmen hineinzuführen sowie Innovationen zu externalisieren. Ausprägungsformen sind Entwicklungspartnerschaften, Wissensaustausch und Finanzierungsabkommen. Darüber hinaus werden Innovationen von außen eingekauft sowie durch Offshore-Outsourcing fremdentwickelt.	●	●	●
<b>Organisation</b>				
Formalisierung	Das IT-Innovationsmanagement unterliegt einer formalisierten Organisationsstruktur, ist sehr schlank aufgestellt und dient in erster Linie der Koordination. Weiterführende Aufgaben werden in Organisationslinien delegiert. IT-Innovationsteams werden nicht gebildet, da die Größe des Unternehmens und die damit einhergehende Verteilung von Kompetenzen dies nicht erlaubt.	●	●	●

Integration	Die Integration von IT-Organisation und Fachbereichen wird durch organisationsübergreifende Kommunikationskanäle angestrebt. Eine erhöhte Integration ermöglicht eine Open Innovation Plattform, die potentiell alle Mitarbeiter und Außenstehende integrieren kann. Der Einsatz von Inkubatoren zur Reduzierung von Organisations- und Prozesshürden bleibt die Ausnahme.			
Organisationsmodelle	Das IT-Innovationsmanagement orientiert sich vermehrt am „Innovation Hub“ Modell, dass zentral koordiniert und dezentral das Unternehmen einbezieht. Angestrebt wird ein unternehmensweites Innovationsnetzwerk. Hierfür bietet sich der Einsatz einer Innovationsplattform an. Alternativ erfolgt der Aufbau von Kompetenzzentren sowie einem operationalen Management.			
<b>Kultur</b>				
IT-Inno-vations-kultur	Für den Aufbau einer IT-Innovationskultur wird die Unterstützung des Top Managements benötigt, um Ressourcen und Freiräume sicherzustellen. Darüber hinaus muss anhand von Workshops ein Innovationsverständnis außer- und innerhalb der IT-Abteilung geschaffen werden. Ferner ist ein organisationsübergreifender Wissensaustausch sinnvoll.			
Flexibilität und Freiräume	Benötigte Freiräume verbleiben hinter dem Tagesgeschäft zurück und erfordern das Eigenengagement der Mitarbeiter außerhalb der Arbeitszeit. Finden sich Sponsoren für potentielle Ideen, erfolgt eine Finanzierung weiterer Ausarbeitungen. Der Ansatz eines dedizierten IT-Innovationsteams bietet die Möglichkeit einen entsprechenden Spielraum unabhängig vom Tagesgeschäft einzuräumen. Darüber hinaus bekommen Mitarbeiter jedoch Freiräume, um sich an existierenden Kommunikationsplattformen zu beteiligen.			
Anreiz-systeme	Anreizsysteme (monetäre sowie intrinsische) werden erfolgreich eingesetzt. Monetäre Anreizsysteme können in variablen Gehaltsstrukturen oder über erfolgsabhängige Vergütung im Rahmen eines internen Vorschlagwesens verankert werden. Entscheidend ist die Adressierung der intrinsischen Motivation der Mitarbeiter, indem außerordentliches Engagement mit entsprechender Wertschätzung gewürdigt wird. Dies dient gegenüber monetären Anreizen einer langfristigen Motivation zu innovativem Arbeiten und festigt den Innovationsgedanken der Mitarbeiter.			

Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse

## 5 Schlussfolgerung

Ziel des vorliegenden Beitrags war es, die Erkenntnisse von fünf explorativen Fallstudien zum IT-Innovationsmanagement vorzustellen und mit den Erkenntnissen der Literatur des jungen Forschungsfelds zu vergleichen. Hierfür hat der Beitrag Gestaltungsmöglichkeiten in den Kategorien Strategie, Prozess, Organisation und Kultur aufgezeigt. Abschließend sind noch die Einschränkungen der Untersuchung sowie Implikationen für Wissenschaft und Praxis zu erörtern.

### 5.1 Einschränkungen der Untersuchung

Um eine qualitativ hochwertige Fallstudie durchzuführen, muss Konstruktvalidität, interne Validität, externe Validität sowie Reliabilität gegeben sein [31]. Während explorative Fallstudien keinen Anspruch auf eine interne Validität erheben [31], kann der externen Validität Rechnung getragen werden, indem durch fünf Fallstudien eine Replikationslogik erzielt wurde. Darüber hinaus wurde anhand der durchgeführten Verknüpfung mit Erkenntnissen der Literatur eine gesteigerte, analytische Generalisierbarkeit der Ergebnisse erzielt [8]. Aufgrund der jedoch nicht erreichten statistischen Generalisierbarkeit, sind die gewonnenen Erkenntnisse nicht als zu verallgemeinernde Sachverhalte zu verstehen [31]. Der Konstruktvalidität konnte ebenfalls nicht Folge geleistet werden.

## 5.2 Implikationen für die Wissenschaft und Praxis

Die gewonnenen Erkenntnisse bieten eine Grundlage, um Hypothesen für das IT-Innovationsmanagement zu generieren und diese anhand weiterer Untersuchungen zu überprüfen. Darüber hinaus ist eine Ausweitung sowie Generalisierung von vorhandenen Theorien zu ermöglichen [31]. Des Weiteren erhärten die Erkenntnisse einen nicht abwegigen Verdacht, dass viele Methoden und Instrumente des Innovationsmanagement auch auf selbiges in IT-Abteilungen praktikabel übertragbar sind. Dennoch wurden entsprechende Besonderheiten bei den Gestaltungsmöglichkeiten identifiziert, die Unternehmen bei der Übertragung und Umsetzung des Innovationsmanagements in der IT-Abteilung beachten müssen.

## 6 Literatur

- [1] A.T. Kearney (2009): Delivering Technology Innovation. A.T. Kearney's IT Innovation and Effectiveness Study.
- [2] Andersson M, Lindgren R, Henfridsson O (2008): Architectural knowledge in inter-organizational IT innovation. *The Journal of Strategic Information Systems* 17(1) 19-38.
- [3] Baldwin E, Curley M (2007): Managing IT innovation for business value. Practical strategies for IT and business managers. Intel Press, Hillsboro, Or.
- [4] Bullinger H, Engel K (2005): Best Innovator - Erfolgsstrategien von Innovationsführern. FinanzBuch Verlag, München.
- [5] Cash JI, Earl MJ, Morison R (2008): Teaming up to crack innovation and enterprise integration. *Harvard business review* 86(11) 90-100.
- [6] Chesbrough HW (2003): The Era of Open Innovation. *MIT SMR*, 44(3) 35-41.
- [7] Cooper RG (2002): Top oder Flop in der Produktentwicklung. *Erfolgsstrategien: von der Idee zum Launch*. Wiley-VCH, Weinheim.
- [8] Eisenhardt KM (1989): Building theories from case study research. *The academy of management review* 14(4) 532-550.
- [9] Eul M, Röder H, Simons E (2008): Strategisches IT-Management. Vom Kostenfaktor zum Werttreiber. In: Keuper F (Hrsg.): *Innovatives IT-Management. Management von IT und IT-gestütztes Management*. Gabler, Wiesbaden.
- [10] Hauschildt J (2004): Innovationsmanagement. Vahlen, München.
- [11] IBM (2009): The New Voice of the CIO. Insights from Global CIO Study.
- [12] Jetter M, Satzger G, Neus A (2009): Technologische Innovation und die Auswirkung auf Geschäftsmodell, Organisation und Unternehmenskultur - Die Transformation der IBM zum global integrierten, dienstleistungsorientierten Unternehmen. *Wirtschaftsinformatik* 51(1):37-45.
- [13] Kießling M, Wilke H, Kolbe LM (2010): Overcoming challenges for managing IT innovations in non-IT companies. *AMCIS 2010 Proceedings*: 1-9.
- [14] Kießling M, Wilke H, Kolbe LM (2011): An Organizational Model for Managing IT Innovations in Non-IT Companies. *HICSS 2011 Proceedings*: 1-10.

- [15] Kohli R, Melville NP (2009): Learning to build an IT innovation platform. *Communications of the ACM* 52(8) 122-126.
- [16] Leifer R (2000): *Radical innovation: how mature companies can outsmart upstarts*, Harvard Business Press, Boston.
- [17] Lu Y, Ramamurthy K (2010): Proactive or reactive IT leaders? A test of two competing hypotheses of IT innovation and environment alignment. *European Journal of Information Systems* 19(5) 601-618.
- [18] Meuser M, Nagel U (2005): ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Bogner A, Littig B, Menz W (Hrsg.): *Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung*. VS Verlag, Wiesbaden.
- [19] Patrakosol B, Olson DL (2007): How interfirm collaboration benefits IT innovation. *Information & Management* 44(1) 53-62.
- [20] Pleschak F, Sabisch H (1996): *Innovationsmanagement*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- [21] Ragin CC (1999): Using qualitative comparative analysis to study causal complexity. *Health Services Research* 34(5) 1225-1239.
- [22] Rogers EM (1995): *Diffusion of innovations*. Free Press, New York.
- [23] Sia SK, Soh C, Weill P (2010): Global IT management: structuring for scale, responsiveness, and innovation. *Communications of the ACM* 53(3) 59-64.
- [24] Teo TSH, Ranganathan C, Srivastava SC, Loo JWK (2007): Fostering IT-enabled business innovation at YCH group. *MIS Quarterly Executive* 6(4) 211-223.
- [25] Vahs D, Burmester R (2005): *Innovationsmanagement. Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- [26] Watts S, Henderson JC (2006): Innovative IT climates: CIO perspectives. *The Journal of Strategic Information Systems* 15(2) 125-151.
- [27] Webster J, Watson RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly* 26(2) 13-23.
- [28] Wentz RC (2007): *Die Innovationsmaschine. Wie Die Weltbesten Unternehmen Innovationen Managen*. Springer Verlag.
- [29] Westerman G, Curley M (2008): Building IT-Enabled Innovation Capabilities at Intel. *MIS Quarterly Executive* 7(1).
- [30] WKWI (2008): Die Sprecher der WKWI und des GI-FB WI. WI-Orientierungslisten. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 50(2) 155-163
- [31] Yin RK (2003): *Case study research. Design and methods*. Sage, Los Angeles, Calif.



# Facilitating Enterprise Transformation Through Legitimacy – An Institutional Perspective

**Stephan Aier**

University of St.Gallen, Institute of Information Management, CH-9000 St.Gallen,  
E-Mail: [stephan.aier@unisg.ch](mailto:stephan.aier@unisg.ch)

**Simon Weiss**

University of St.Gallen, Institute of Information Management, CH-9000 St.Gallen,  
E-Mail: [simon.weiss@unisg.ch](mailto:simon.weiss@unisg.ch)

## Abstract

Much research has been conducted in order to design sophisticated enterprise transformation (ET) methods, for instance in terms of enterprise architecture management. However, only little attention has been paid to the factors that, to some extent independent of a method's sophistication, exert pressure on a transformation approach's desirability, appropriateness, and acceptance. Grounded in institutional theory, this paper structures and exemplifies design factors that should be obeyed in order to build and anchor an effective ET approach in an intra-organizational context. Specifically we found the factor of legitimacy to be crucial for successful ET. Strategies for gaining legitimacy are discussed accordingly. Overall, this paper's institutional perspective contributes to better understand and design ET approaches.

## 1 Introduction

Organizations are constantly exposed to changes of their environment. The classics of change are rise and fall of technologies, (global) markets, business models or entire organizations in mergers & acquisitions. In order to cope with this change, organizations need to develop capabilities to regularly transform themselves [23]. Enterprise architecture management (EAM) – although not being the only one – can be considered as such a capability since it provides the necessary transparency of an organization in a “business-to-IT” perspectives and guides an organisation's transformation [25]. One of the problems of EAM, however, is that it often has only little impact outside IT departments where it usually has been founded [1].

Analyses of EAM literature show that much research has been conducted in order to design sophisticated EAM methods and models to support enterprise transformation (ET) [4]. However, only little attention has been paid to the factors that exert pressure on a transformation approach's desirability, appropriateness, and acceptance – in short, its legitimacy. In order to better understand this task and to propose directions for development in practice and

research, we investigate one possible theoretical foundation of EAM as an ET approach. Such a theoretical foundation would be beneficial for effective design science research aiming at developing EAM methods and models [7; 26].

Grounded on the framework of institutional theory, we constitute that ET approaches do not only have to be methodically sound, but, in order to be disseminated and applied successfully across an organization, they also need to be perceived as legitimate from an organization's regulative, normative and cultural-cognitive point of view [20]. Based on previous work on institutional theory, the paper at hand relates institutional factors to ET and proposes measures to gain legitimacy for ET with respect to each factor. Our research question therefore is: *Which design factors should be obeyed from an institutional theory perspective in order to build and anchor an effective enterprise transformation approach in organizations.*

In line with this research question, the remainder of this paper is structured as follows. Section two will introduce the essence of institutional theory and legitimacy, as well as related work. Section three will derive our framework analysing EAM/ET approaches and section four will discuss the framework's application and the resulting implications. The paper ends with a short conclusion.

## 2 Conceptual Foundations

### 2.1 Institutional theory

What are institutions, and what are they as opposed to organizations, within which we intend to apply the concept of institutional pressures? Scott defines institutions as "social structures that have attained a high degree of resilience" [20], that is, they embody the more durable social structures, made up of multifaceted elements such as material resources, symbols, structures, rules, norms, routines and social activities. These elements are usually maintained over long periods of time without further justification or elaboration. As such, they may both increase stability and effectiveness, but also hinder for example critical reflection and the detection of more efficient ways of organizing [27]. In an organizational context, Selznick's influential work [21] is generally regarded as the initiator of an extensive amount of research leading to the wide body of knowledge institutional theory constitutes today. Particularly much research has been conducted identifying how institutional frames influence and restrain organizational behaviour and decision-making. In this respect, institutions are often considered the rules of the game whereas organizations are considered the players [15].

Widely accepted is the perception that institutions are composed of three related albeit distinct pillars, namely a *regulative*, a *normative* and a *cultural-cognitive* pillar. Most prominent is the *regulative pillar*, which underscores how institutions constrain and regularize behaviour through explicit activities such as rule-setting, monitoring and sanctioning. The primary mechanism of establishing and controlling behaviour in this conception is coercion [6]: Individuals and organizations complying to respective rules, laws and sanctions do this out of expedience and self-interest, as well as a fear of punishment and a hope for reward, respectively. A classic example of such regulative aspects is the state imposing legal obligations on firms, and the police or other authorities controlling them.

From a *normative perspective*, institutions rest on values and norms which prescribe and evaluate how an individual or an organization should act. Values are conceptions of the

preferred or the desirable, together with the construction of standards to which existing structures or behaviour can be compared and assessed. Norms specify how things should be done, i.e. they define legitimate means for the valued ends. As such, normative systems define general goals (e.g. making profit) but also designate appropriate ways how to pursue or not to pursue them (e.g. rules how to play the game). An important difference to the previously described regulative pillar however is that compliance with these values and norms is not enforced by coercion, but by a code of conduct along with moral and social obligation.

The *cultural-cognitive perspective* represents the major distinguishing feature of neoinstitutionalism and calls attention to the underlying shared conceptions and beliefs that constitute the nature of social reality. While the first two pillars are generally subject to active and conscious debate, cultural-cognitive aspects are seen as the much more embedded words, signs and gestures that shape the meanings a social group attributes to objects and activities.

## 2.2 Related work

As this paper focuses on the relationship between institutional theory and EAM, the work from Hjort-Madsen stands out as it basically focuses on the same issue. Hjort-Madsen investigates how EA implementation [8] and adoption [9] is dependent upon and shaped by institutional forces, noting that this issue is underrepresented in EA research so far. Looking at public sector organizations by means of case studies, Hjort-Madsen points out that interoperability and IS planning, which can be facilitated through enterprise architecting, is not only a technical issue, but economic, political and contextual factors, i.e. the whole institutional framework, is just as important. Related to different institutional settings, he identifies three adoption patterns (accepters, improvers, transformers) that describe how EA is adopted by agencies, namely from a narrow acceptance of EA guidelines to a tool for active transformation. By considering formerly rather disregarded institutional pressures, the work contributes in understanding and advancing EA as an IS/ET approach. However, the work stays on a more descriptive-explorative level. In contrast to this, we intend to apply a theoretical institutional framework to the EA discipline, outlining influencing factors that lead to certain EA response strategies or, for that matter, adoption patterns.

In a broader IS context, institutional theory has been considered in many facets. [3] and [13] for example argue in general that and how theories, including institutional theory, can contribute to and address issues of information technology and organizational change. In a similar vein, [17] elaborates on the interplay between IT and organizational research, suggesting that transformations cannot be understood without considering their institutional contexts. Also, from a macro perspective, it has been analysed which institutions influence (IT) innovations and how institutional pressures influence the adoption of respective systems (cf. e.g. [12; 24]). Yet another stream of research deals with the processes of institutionalization of IT in organizations, the institutionalization and de-institutionalization processes and the respective forces that drive such endeavours (cf. e.g. [2]). While being far from complete, this brief review shows that an institutional perspective is being considered important in the context of IS and (strategic) management. However, we found that a concrete structuring of institutional factors influencing ET approaches in an intra-organizational context is lacking so far.

### 3 Analysis Framework

Based on institutional and resource dependence perspectives, Oliver [16] developed a typology of strategic responses to institutional pressures and presented ten institutional factors that affect the occurrence of the alternative response strategies. In this chapter, we apply her framework to the challenges of introducing and running EAM as an ET service. Section 3.1 will first introduce the five response strategies, followed by an elaboration on antecedents to these strategies (section 3.2). Section 4 will then discuss the implications for EAM.

#### 3.1 Strategic responses to enterprise transformation

When setting up an overarching, controlling institution for ET, such as an EAM board, one will most certainly face many different reactions from the various units and subordinates affected. While some may follow almost blindly, others will perceive it all as constraining (as it actually is [5]) and unnecessary evil, thus trying to defy and manipulate respective endeavours. The following response strategies and corresponding tactics based on Oliver represent these reactions [16].

**Acquiesce:** Acquiescence is the least resisting form of responding to new requirements. As a matter of fact, all three related tactics (*habit*, *imitate* and *comply*) basically resemble blind adherence to new propositions, albeit in different ways. *Habit* refers to an adherence based on already taken-for-granted norms and values. If, for example, the process for enterprise modelling is to be institutionalized across the organization, and a division is already doing this long-since, then this division may actually follow that guideline invisibly out of habit. The tactic of *imitation* is consistent with the concept of mimetic isomorphism: A successful entity is more or less consciously imitated or taken advice from. *Compliance* is the most active way of acquiescence in that institutional pressure are reviewed, but compliance is chosen as a result of a range of e.g. self-serving, legal, social, and economic considerations.

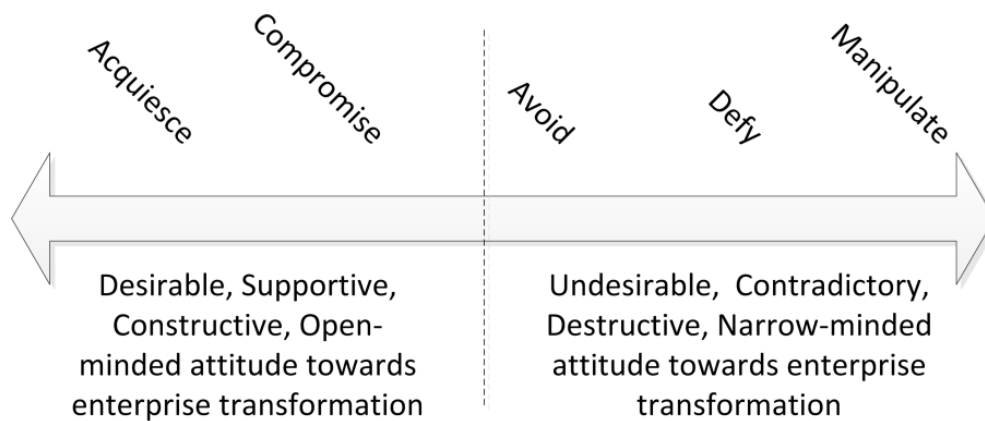
**Compromise:** While still being in the spirit of conforming to and accommodating (new) corporate demands, organizational units following this strategy are more active in promoting their own interests, as compared to the strategy of acquiescence. By employing the tactics of *balancing*, *pacifying* or *bargaining*, involved stakeholders seek for a reflected and after all satisfactory solution on all hands. *Balancing* refers to the “accommodation of multiple constituent demands” [16] which may oftentimes be desirable: Given for instance the decision to migrate to a unified IS, it may be crucial for success that stakeholders not simply acquiesce, but review current usage practices, and articulate potential conflicts and requirements. *Pacifying* tactics refer to placating and accommodating certain elements. An example would be that a particular business unit gets more time or a different scope for realizing some change programme. At last, *bargaining* is the most active form of negotiating compliance to institutional pressures. In this very realistic scenario, an organizational unit may demand some concession, such as a financial refund, for its support.

**Avoid:** This strategy aims at circumventing the conditions that make conforming behaviour necessary. This may be achieved by the tactics of *concealing*, *buffering*, or *escaping*. *Concealment* means to disguise nonconformity behind a facade of acquiescence. Employees may for instance omit or cut short a quality checking process for the benefit of productivity gains, and only run the intended process in anticipation of inspections. As opposed to acquiescence, conformity is only apparent and existing on paper, but is not real. *Buffering* refers to an attempt

to reduce the extent of external scrutiny by decoupling technical activities from external contact. From a software development perspective, one may say that the details of implementation are decoupled from the design, whereby only the latter is subject to inspections. However, trying to decouple internal activities from formal structures and external assessment in order to do things differently may incur negative consequences. Lastly, *escaping* is the most dramatic way of avoiding institutional pressures. Here, the necessity of conformity is avoided altogether by e.g. exiting the domain respective pressures exist in. Reviewing the tactics of the avoidance strategy in light of organization-internal ET approaches, buffering and escaping tactics are less practicable although not impossible. For instance, organizational units often try to set up a number of smaller projects in order to escape certain architectural checks bound to project size or for not needing to involve a purchasing department.

**Defy:** Defiance is a more active as well as unequivocal form of resistance to imposed processes. In contrast to the avoidance strategy, defiance does not try to cover anything up. Three corresponding tactics are *dismissal*, *challenge*, and *attack*. *Dismissal* means to deliberately ignore explicit rules, norms and values. Dismissal is likely to be exercised when internal objectives diverge or conflict dramatically with imposed requirements and when the potential for their enforcement is perceived to be low. This may occur when a business unit is very powerful and/or special within an organization, and is reluctant to follow a guideline concerning the use of a software system, for example. In turn, challenge and attack are more offensive opposing tactics. Compared to dismissal, *challenge* does not only mean to ignore a guideline, but to follow a path that clearly contradicts envisaged rules, norms, and values. Challenging imposed pressures might be particularly feasible, if a showcase demonstrating probity or rationality of the deviant approach is available. *Attack* is more intense and aggressive than challenge in that it tries to assault, denounce or even destroy the pressure exerting entity. Such measures are possible if opinions about the right course of action differ strongly or individuals' rights, privileges or autonomy are in serious jeopardy.

**Manipulate:** Through *co-opting*, *influencing* or *controlling* tactics, the manipulation strategy aims at actively altering, re-creating or controlling imposed content or the power exerting institutions. Manipulation is therefore the most active response, which does not take any pressures and expectations as given constraints to be obeyed or defied, but instead regards them as manipulable for the purpose of one's own benefit. *Co-optation* intends to neutralize institutional opposition and enhance legitimacy by means of coalition-building, for example. *Influencing* tactics are directed to generally shape values and performance or assessment criteria. A typical method to this end is to influence other people's opinion and funding decisions through the means of lobbying. *Controlling* tactics, by comparison, represent efforts to exercise direct power and dominance over institutional sources or processes, rather than to influence, shape or neutralize them.



**Figure 1: The continuum of strategic responses to enterprise transformation**

Reviewing the described strategies and tactics as a response to an EAM/ET initiative, it is apparent that the latter three strategies are not advantageous in an organization-internal context. In our scenario, establishing ET capabilities in order to make the organization overall more transparent, consolidated, agile, and thus competitive, disturbing reactions like avoidance, defiance and manipulation should generally be avoided. Our proposition accordingly is that any ET approach a) should be cautious about the aforementioned strategies and tactics, and b) will be more successful the more it is able to convince stakeholders of following the strategies of acquiescence and compromise. However, despite our rather managerial perspective throughout this analysis, it is important to note that not only organizational units and divisions are pressured by e.g. an ET project, but also vice versa: The ET endeavour is pressured by existing institutional conditions. This feedback loop should be kept in mind, because hostile reactions to a project may only be the result of a rude dismissal of institutional rules and values by the ET approach in the first place.

### 3.2 Antecedents to strategic responses

Going one step further raises the question what is the rationale for conformance or resistance to those pressures. Taken from Oliver [16], Table 1 gives an overview of the ten hypothesized dimensions that contribute to the willingness or resistance to conform. The predictive factors are split into five categories resembling the five *W* questions: *Why* are pressures exerted, *who* is exerting them, *what* kind of pressure is exerted, *how* the pressures are imposed, and *where* they do occur. The scale from low to high represents the contribution to the likelihood of choosing a particular strategy given a higher degree of a factor. For instance, the strategy of acquiescence is more likely to occur when the proposed programme promises efficiency gains. The last column reflects our perception of how EAM currently is and prospectively should try to be positioned in order to advance and facilitate ET. In this respect, we can a) observe gaps that call for further improvement and research (e.g. legitimacy), b) find challenges that just come along with EAM and probably won't be completely resolvable (e.g. constraining freedom of decision-making), and c) find dimensions that may influence EAM but cannot be attributed to EAM in a narrower sense (the context dimensions, marked as not applicable). In the following, we will detail each factor's meaning and influence on strategy choice in the light of ET.

Predictive Factor	Strategic Responses					EAM	
	Acquiesce	Compromise	Avoid	Defy	Manipulate	As-is	To-be
<b>Cause</b>	Why are organizational units pressured to conform to rules or expectations?						
Legitimacy	High	Low	Low	Low	Low	Low-Moderate	High
Efficiency	High	Low	Low	Low	Low	Moderate	High
<b>Constituents</b>	Who is exerting pressures?						
Multiplicity	Low	High	High	High	High	High	High
Dependence	High	High	Moderate	Low	Low	Low-High	High
<b>Content</b>	To what norms and requirements are organizational units pressured to conform?						
Consistency	High	Moderate	Moderate	Low	Low	High	High
Constraint	Low	Moderate	High	High	High	Moderate-High	Moderate-High
<b>Control</b>	How or by what means are the pressures being exerted?						
Coercion	High	Moderate	Moderate	Low	Low	Moderate	Moderate-High
Diffusion	High	High	Moderate	Low	Low	Low-Moderate	High
<b>Context</b>	What is the organizational context within which pressures are being exerted?						
Uncertainty	High	High	High	Low	Low	N/A	N/A
Interconnectedness	High	High	Moderate	Low	Low	N/A	N/A

**Table 1: Predictive factors to strategic responses (Cf. [16])**

**Cause:** Cause intends to answer the question why institutional pressures are exerted at all and why one should conform to them. It refers to the rationale, set of expectations or intended objectives that underlie exerted pressures. The first factor, legitimacy, is basically a double-sided coin: On the one hand, it refers to the amount of social fit or acceptance that an organizational unit can gain through conformance. On the other hand, legitimacy refers to the extent the pressure exerting entity is accepted, i.e. legitimated, within the organization. The higher legitimacy is the higher is the probability that organizational units choose acquiesce or at least compromise procedures. The second factor, efficiency, is related to economic accountability and rationalization. The higher the perceived efficiency of the ET processes, as well as the subsequently expected efficiency gains for each business unit are, the higher is again the probability for conforming strategies. According to our observations in research and industry projects, EAM is oftentimes especially lacking legitimacy. It seems to be difficult for EAM promoters to legitimate their approach across the organization – that is for instance, why architectural consultancy can also help business functions, and why some EA effort will eventually pay off for everyone. As we will outline later, the concept of legitimacy might be key, and improvements in this dimension seem to be a good starting point to overcome the issues EAM is having.

**Constituents:** Stakeholders within an organization often confront multiple (conflicting) interests and pressures. Constituents like HR, purchase, marketing, production, IT and others all exert pressures on each other with respect to requirements, releases, project portfolios and business development. A big challenge of EAM is to coordinate and line up with all these pressures. It is therefore hypothesized that a higher multiplicity of constituents results in a higher probability for resistant strategies, because, after all, not all particular interests and exceptions can be

addressed in an ET or consolidation programme. However, as Table 1 indicates, a decent, compromising path is also conceivable – for instance through skilful conflict resolution and uncertainty reduction. The likelihood of resistance to ET pressures is also predictable from a dependence perspective, hypothesizing that resistance is less likely if stakeholders depend on the pressure exerting party, or, for that matter, if both sides depend upon each other. Such dependence may be based on mutual business benefits, skills, resources, information exchange, financial resources, reputation, etc.

**Content:** Content, is about the *what* of obliged processes. The two important predicting factors are consistency and constraint, i.e. the consistency of pressures with current goals, rules, norms and values, and the loss of decision-making discretion that the pressures impose. If exerted pressures are in support of already stipulated goals and practices, the likelihood to choose a rather conforming strategy increases. With respect to constraints, the correlation is the other way round – the more new regulations and processes constrain organizational units in their autonomy of decision, the more resistance has to be expected. However, in an attempt to consolidate IT systems or improve the efficiency of projects through programme or architecture management, a constraining of decision-making discretion is usually inevitable [5; 10]. In consequence, this dimension has to be mediated and outweighed by good arguments in other dimensions like legitimacy, efficiency and consistency.

**Control:** Control refers to the enforcement and distribution mechanism of imposed pressures. On the one hand, this may happen through coercion: If nonconformity leads to highly punitive consequences, for instance due to a violation of legal requirements, the probability of acquiescence increases, whereas in less coercive situations, stakeholders can be expected to seek compromises for their conformance. In contrast to coercion, diffusion refers to a voluntary adoption of and adaption to practices. An organizational entity might be particularly convinced to acquiesce (or mime) an institutional behaviour voluntarily, if the behaviour in question is already broadly diffused across other organizational units, or when it can be observed to work elsewhere.

**Context:** The institutional context, i.e. an organizational unit's environment or network is also likely to be a determinant of strategic response – not least because organizational units are highly interconnected through processes and jointly used IT. Environmental uncertainty can be defined as “the degree to which future states of the world cannot be anticipated and accurately predicted.” [19] From an institutional and resource dependence perspective, it is argued that in turbulent and uncertain times, an organization will exert greater effort to re-establish the illusion or reality of control and stability over future organizational outcomes [16]. In consequence, affected entities a) are more willing to comply with demands imposed upon them by super ordinate constituents, and b) tend to mimic other similarly pressured stakeholders. Both phenomena may thus increase the likelihood of choosing a more conforming strategy. The factor of interconnectedness is related to the observation that interconnectedness facilitates the voluntary diffusion of norms, values, and shared information. That is because interconnected environments provide relational channels through which institutional norms and values can be diffused and coordinated. However, this may in consequence mean that it is crucial to achieve “quick wins”, i.e. positive initial outcomes when pursuing bigger, transformational projects.



## 4 Discussion and Implications

In the previous sections we argue that institutional theory and, based thereon, in particular the strategies, tactics and antecedents are well applicable to an intra-organizational ET context. Indeed, a discourse of institutional pressures and a structuring of responses and their preceding dimensions did in most parts not take place as part of the EAM discipline. As outlined in the call for papers, this paper's introduction and by others, EAM only in the rarest cases unfolded action beyond the IT domain and was still less often anchored outside of IT. We hypothesize that a major reason for this is EAM's lack of legitimacy in the organization. Legitimacy can be defined as "a generalized perception or assumption that the actions of an entity are desirable, proper, or appropriate within some socially constructed system of norms, values, beliefs, and definitions," [22] whereby the system is in our case a private-sector organization. EAM, despite its reasonable and often successful concept, failed to gain legitimacy by other organizational units. One could observe that in case of doubt, business functions tend to apply dismissing, concealing, buffering or at least strong bargaining tactics in response to EAM propositions, thinking that some IT-based department cannot and/or should not help to solve business' problems. However, IT and business have over time strongly grown in terms of complexity and interrelatedness so that orchestrated and joint efforts are necessary to keep day-to-day operations as well as transformations manageable. Based on Suchman's [22] work on management of legitimacy, which is likewise grounded in strategic and institutional approaches, the legitimacy issue will be discussed in the following, as it appears to be the most critical factor out of the ones discussed above. Other factors that can be influenced by an EAM department shall only be discussed briefly.

As said before, legitimacy is a perception that some organizational action is desirable, proper, or appropriate. This in turn leads to continuity or persistence because audiences supply resources more willingly [18]. Besides more continuous acting, legitimacy at the same time affects how people understand things, that is, what meaning they attribute to respective organizational activities. From this perspective, legitimate activities are not only perceived as more worthy, but also as more meaningful, more predictable, and more trustworthy, leading to a credible collective rationale explaining what the organization is doing and why [11]. In other words, if activities lack acceptable legitimated accounts, they are more vulnerable to claims that they are negligent, irrational or unnecessary [14].

Based on these findings, Suchman [22] depicts three distinct, but not necessary mutually exclusive clusters of strategies for gaining legitimacy, namely *conform*, *select*, and *manipulate*. We constitute that developing a situational legitimacy-gaining strategy combining aspects from all three clusters may significantly increase the probability of successfully implementing ET approaches. Applied to our context, the three legitimacy-gaining types of strategies can be described as follows.

*Conform to environment* seeks legitimacy by following to the dictates of pre-existing audiences within the organization. The strategy comprises to signal allegiance to the cultural order, to only pose few challenges to established institutional logics, and by doing so, taking advantage of being a cultural "insider" and asking "What would make this organization more desirable, proper, or appropriate to us?" Thus, taking a step back and being conformant to the environment may boost the chances of introducing new, organization-transforming ideas as opposed to approaches stating (too) directly how things should be done better. It therefore is advisable to implement this strategy when imposing new guidelines and processes.

*Select among the environment* is a more active approach in that an environment is selected, which provides legitimacy without demanding too many changes in return. This strategy might be necessary, if the intended change is hardly compatible with conformance to the environment, if the organization is overall too big to be handled at once, or if some business units simply exert too much resistance. Based on business functions' needs or more subtle criteria like personal trust and relationships, constituents have to be identified and attracted who value the sort of proposed change. If introduced processes, norms and values turn out to be fruitful and first lessons have been learned, this may provide additional legitimacy and lead to a (automatic) diffusion across further parts of the organization.

*Manipulate environment* strategy components may be necessary when generally much easier conformance or selection approaches do not suffice, because, for instance, innovators depart substantially from prior practice. In such cases, pre-emptive intervention is necessary in order to prepare relevant constituents and develop bases of support specifically tailored to the innovators' distinctive needs. Manipulative elements to do this include advertising, strategic communication, accumulation of a record of technical success, demonstration events providing validation for procedures, structures and personnel, continuous articulation of stories which illustrate the innovation's reality, lobbying, and scientific research.

In order to *conform* ET approaches to an environment outside IT departments, it may be necessary to avoid the connotation of *management* as in EAM since another management practice besides top management is a potentially conflicting force. Therefore ET approaches should be positioned as a management support service that as its foremost goal integrates existing information of an organization in order to provide decision support for management. *Selecting* among the environment has two directions; first, ET approaches should support the most urgent transformation needs that they can actually support. Second, ET approaches should find allies in related disciplines like EAM, project portfolio management, requirements engineering or strategic planning. By aligning with these allies the multiplicity of (conflicting) interests and pressures may also be reduced. Finally the *manipulate* environment strategy should be implemented as an advertisement for top management support – in the direction of the supported stakeholders as well as the affected stakeholders.

Coming to other factors, the gain of efficiency can also be influenced directly. On the one hand, the EAM department should be ambitious to be equipped with sound tools, methods and processes to provide lean and convincing support services. On the other hand, potential efficiency gains should be sufficiently communicated through adequate channels and means. A reduction of multiplicity may be achieved by allying with related disciplines, such as strategic planning or project portfolio management. As long as no cannibalization or a loss of power occurs, these allies should complement and support each other for their own benefit. Power through dependence can only be asserted, when the EAM department is already mature and anchored within the organization. Initially, this factor may only be influenced indirectly, for instance by gaining management support, i.e. by getting legitimated to do or enforce certain things. With respect to consistency, EAM should provide stakeholder-oriented services and emphasize shared goals and values, such as faster (project) support and TCO-reduction. Constraining design freedom is necessary. It is the lever to achieve the ET goals. As such, there will always be resistances, but we have also observed surprising support, namely when business units were requesting a more strict formulation and application of EA principles so as to reduce uncertainty. The EAM department should listen up to such requests and develop support for

constraining measures out of it. Control through coercion is a difficult issue. We could observe that too much coercion exerted by some EA-ivory-tower leads to counter-productive frustration at the stakeholders' part, even if the coercion is legitimated (e.g. by higher management). As such, one should try to reach control through diffusion by promoting the carrot (services, necessities, advantages) while making clear to have the stick up one's sleeve, intending not to use it unless necessary. The context can be least influenced. However, companies react differently towards ET approaches in times of crises or uncertainty. One may either cut the budget for something like EAM and invest in areas like sales and marketing, or one may use such times to invest in ET and take a clean sweep. The latter might be a sustainable chance for EAM and the enterprise as a whole.

## 5 Conclusion

In the paper at hand we have (1) investigated design factors that should be obeyed in order to build and anchor an effective enterprise transformation approach in organizations. Our findings are theoretically grounded in institutional theory. Specifically we found legitimacy to be a crucial factor for making ET approaches successful and we have analysed strategies for gaining legitimacy.

We also (2) found institutional theory to provide a valuable foundation for analysing and designing ET approaches. Both research streams, however, need to be further detailed and empirically grounded in the future.

### **Acknowledgement**

*This work has been funded by the Swiss National Science Foundation (SNSF) under the ACET (A Design Theory for Architectural Coordination of Enterprise Transformations) project. Grant number 100014E-136104.*

## 6 Literature

- [1] Aier S et al. (2011): Understanding Enterprise Architecture Management Design – An Empirical Analysis. In: Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik WI 2.011, Zurich.
- [2] Baptista JJ (2009): Institutionalisation as a process of interplay between technology and its organisational context of use. *Journal Of Information Technology* 24(4):305-319.
- [3] Boudreau M-C; Robey D (1996): Coping with contradictions in business process re-engineering. *Information Technology & People* 9(4):40-57.
- [4] Buckl S; Schweda CM (2011): On the State-of-the-Art in Enterprise Architecture Management Literature, Forschungsbericht, Chair for Software Engineering of Business Information Systems. Technische Universität München, München.
- [5] Dietz JLG (2007): *Architecture. Building strategy into design*. Academic Service, The Hague.
- [6] DiMaggio PJ; Powell WW (1983): The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review* 48(2):147-160.
- [7] Gregor S; Jones D (2007): The Anatomy of a Design Theory. *Journal Of The Association For Information Systems* 8(5):312-335.

- [8] Hjort-Madsen K (2006): Enterprise Architecture Implementation and Management: A Case Study on Interoperability. In: Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '06), Hawaii.
- [9] Hjort-Madsen K (2007): Institutional patterns of enterprise architecture adoption in government. *Transforming Government: People, Process and Policy* 1(4):333-349.
- [10] Hoogervorst JAP (2009): *Enterprise Governance and Enterprise Engineering*. Springer, Berlin.
- [11] Jepperson RL (1991): Institutions, Institutional Effects, and Institutionalism. In: Powell WW; DiMaggio PJ (Hrsg.) *The new institutionalism in organizational analysis*. University of Chicago Press, Chicago.
- [12] King JL et al. (1994): Institutional Factors in Information Technology Innovation. *Information Systems Research* 5(2):139-169.
- [13] Markus ML; Robey D (1988): Information Technology and Organizational Change - Causal Structure in Theory and Research. *Management Science* 34(5):583-598.
- [14] Meyer JW; Rowan B (1977): Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology* 83(2):340-363.
- [15] North DC (1990): *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [16] Oliver C (1991): Strategic Responses to Institutional Processes. *Academy Of Management Review* 16(1):145-179.
- [17] Orlikowski WJ; Barley SR (2001): Technology and Institutions: What Can Research on Information Technology and Research on Organizations Learn From Each Other? *MIS Quarterly* 25(2):145-165.
- [18] Parsons T (1960): *Structure and process in modern societies*. Free Press, Glencoe.
- [19] Pfeffer J; Salancik GR (2003): *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*. Stanford University Press, Stanford.
- [20] Scott WR (2001): *Institutions and Organizations*. Sage Publications, London.
- [21] Selznick P (1948): Foundations of the Theory of Organization. *American Sociological Review* 13(1):25-35.
- [22] Suchman MC (1995): Managing Legitimacy: Strategic and Institutional Approaches. *Academy Of Management Review* 20(3):571-610.
- [23] Teece DJ et al. (1997): Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal* 18(7):509-533.
- [24] Teo HH et al. (2003): Predicting intention to adopt interorganizational linkages: an institutional perspective. *MIS Quarterly* 27(1):19-49.
- [25] The Open Group (2009): *TOGAF Version 9 – The Open Group Architecture Framework (TOGAF)*. Van Haren, Zaltbommel.
- [26] Walls JG et al. (1992): Building an Information System Design Theory for Vigilant EIS. *Information Systems Research* 3(1):36-59.
- [27] Zucker LG (1987): Institutional Theories of Organization. *Annual Review of Sociology* 13:443-464.

**Teilkonferenz**

**Wissensmanagement**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Wissensmanagement**

**Franz Lehner**

Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, 94032 Passau,  
E-Mail: Franz.Lehner@uni-passau.de

Die Notwendigkeit für ein systematisches Wissensmanagement wird in der Praxis kaum noch angezweifelt. Dem in Organisationen vorhandenen und genutzten Wissen wird oftmals eine zentrale Bedeutung für die Innovationsfähigkeit von Organisationen zugeschrieben. Deshalb sollte auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten die Bedeutung der Ressource Wissen nicht vernachlässigt werden, da sich Unternehmen, die auch in Krisenzeiten in ihre Innovationsfähigkeit investierten, oftmals besser entwickelten.

Es zeigt sich jedoch oft, dass Unternehmen häufig mit ihrem Wissensmanagement nicht zufrieden sind. Dieser Umstand kann unter anderem darin begründet sein, dass etablierte Maßstäbe bzw. Ansätze zur Evaluierung des Wissensmanagements noch fehlen. So finden sich in der Literatur kaum allgemein anerkannte Instrumente, die eine Beurteilung der Qualität des jeweiligen Wissensmanagements erlauben. Es bleibt damit auch im Unklaren, was das Wissensmanagement konkret leistet. Nicht nur in wirtschaftlich schwierigen Zeiten, die häufig mit Budgetkürzungen und Sparmaßnahmen einhergehen, sehen sich auch Wissensmanager bzw. CKOs mit einem hohen Rechtfertigungsdruck konfrontiert.

Aus den Einreichungen wurden insgesamt 12 Beiträge ausgewählt (die Annahmequote betrug 60 %), die sich mit aktuellen Themen und Entwicklungen befassen. Die Beiträge gliedern sich in drei thematische Schwerpunkte. Im ersten Block sind die Beiträge zu Kompetenzentwicklung, Innovationsfähigkeit und wissensintensiven Prozessen zusammengefasst. Ein wichtiger Fokus aus Sicht der Wirtschaftsinformatik betrifft den Einsatz von Informationssystemen und Technologien für das Wissensmanagement. Diese finden sich im zweiten Block. Den Abschluss bilden im dritten Block die Auseinandersetzung mit nachweisbaren Wirkungen und der Erfolgsmessung im Wissensmanagement sowie aktuelle Herausforderungen im Kontext von Web 2.0, Social Media und kollaborativen Settings.

Ein besonderer Dank gilt abschließend dem Gutachtergremium für die Unterstützung und das konstruktive Feedback an die Autoren.





# **Business Intelligence**



# **Umfrage 2011: „Dokumentation von Business-Intelligence-Systemen“ – Ergebnisse und Auswertung**

## **Marcus Hofmann**

Technische Universität Chemnitz, Professur Wirtschaftsinformatik II, 09126 Chemnitz,  
E-Mail: [marcus.hofmann@wirtschaft.tu-chemnitz.de](mailto:marcus.hofmann@wirtschaft.tu-chemnitz.de)

## **André Müller**

Technische Universität Chemnitz, Professur Wirtschaftsinformatik II, 09126 Chemnitz,  
E-Mail: [andre.mueller@wirtschaft.tu-chemnitz.de](mailto:andre.mueller@wirtschaft.tu-chemnitz.de)

## **Frieder Jacobi**

Technische Universität Chemnitz, Professur Wirtschaftsinformatik II, 09126 Chemnitz,  
E-Mail: [frieder.jacobi@wirtschaft.tu-chemnitz.de](mailto:frieder.jacobi@wirtschaft.tu-chemnitz.de)

## **Robert Krawatzeck**

Technische Universität Chemnitz, Professur Wirtschaftsinformatik II, 09126 Chemnitz,  
E-Mail: [robert.krawatzeck@wirtschaft.tu-chemnitz.de](mailto:robert.krawatzeck@wirtschaft.tu-chemnitz.de)

## **Abstract**

Die Nachwuchsforscherguppe Computer-Aided Warehouse Engineering (CAWE) arbeitet seit August 2010 an einem vollständig modellgetriebenen Vorgehen zur Unterstützung des Lebenszyklus von Business-Intelligence-Systemen (BI-Systemen). Eine wichtige Funktionalität des in Bearbeitung befindlichen Prototyps besteht in der automatischen Erzeugung von BI-Systemdokumentation (Re-Dokumentation). Um das aktuelle Dokumentationsgeschehen sowie die Dokumentationsbedarfe für BI-Systeme in der Praxis zu erfassen, wurde in 2011 im Rahmen des Projektes eine Umfrage zu diesem Thema bei Praxisvertretern durchgeführt. Der vorliegende Beitrag thematisiert die relevanten Forschungsaspekte, beschreibt das methodische Vorgehen zur Durchführung der Umfrage, stellt ausgewählte Ergebnisse vor und wertet diese aus.

## **1 Einleitung**

Der Begriff Business-Intelligence (BI) beschreibt einen analytischen Prozess, der durch geeignete mathematische Modelle und Analysemethoden das Sammeln, Aufbereiten und Abfragen von Unternehmens- und Marktdaten ermöglicht. Die Ergebnisse dienen zur Unterstützung von betrieblichen Entscheidungsfindungsprozessen. Softwarelösungen in diesem Bereich werden als BI-Systeme bezeichnet [1]. Unternehmen agieren heute in einer hochdynamischen Umwelt,

wodurch sich die Anforderungen an die BI-Systeme ständig ändern. Nach Baars [2] wächst der Bedarf von Fachanwendern „immer neue Fragestellungen schnell beantworten zu können“. Durch die Fähigkeit zur zügigen Reaktion auf veränderte Anforderungen können sich Unternehmen Wettbewerbsvorteile verschaffen [3].

Motiviert von dieser Erkenntnis, arbeitet die CAWE Nachwuchsforschergruppe an einer Methoden- und Werkzeugunterstützung für ein vollständig modellgetriebenes Vorgehen für die Erstellung und Pflege von BI-Systemen nach Kurze [4]. Eine wichtige Funktionalität des zu erstellenden Prototyps besteht in der automatischen Re-Dokumentation bestehender BI-Systeme. Eine Dokumentation wird erstellt, um zu beschreiben, wie ein Informationssystem aus technischer Sicht sowie aus Sicht der Endanwender funktioniert [5]. Dokumentationen aus frühen Phasen eines Softwareprojektes (Design-/Entwurfsphase oder Entwicklungsprozess), die nicht aktualisiert werden, veralten schnell, wodurch der Nutzen der Dokumentation sinkt [6], [7]. Einen weiteren Grund für eine unzureichende Dokumentation bilden qualitative Mängel, wie schlecht lesbare oder schwer verständliche Inhalte [7]. Eine vollständig veraltete oder nicht sinnvoll nutzbare Dokumentation kann mit dem Fehlen einer Dokumentation gleichgesetzt werden. Re-Dokumentation versucht dieses Problem zu lösen, indem es die nachträgliche Erzeugung einer Dokumentation von existierenden Systemen vorschlägt [8]. Es können die Architekturkomponenten, die Entwicklungs- und Betriebsprozesse sowie die Aufbauorganisation von BI-Systemen dokumentiert werden. Die durch CAWE angestrebte modellgetriebene Re-Dokumentation betrifft die Architekturkomponenten.

Es existieren bereits zahlreiche Studien zum Thema BI, die überwiegend das Ziel verfolgen, den BI-Markt aus Anbieter- und Anwendersicht transparenter zu gestalten. Dazu werden z.B. die BI-Strategien der Unternehmen erfasst und diverse BI-Produkte hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen miteinander verglichen [9], [10], [11]. Das Thema Dokumentation von BI-Systemen wurde bislang noch nicht in Studien thematisiert.

Um mit den gelieferten Methoden und Werkzeugen für die Re-Dokumentation von BI-Systemen die relevanten Praxisbedarfe abzudecken, haben die Autoren in 2011 eine Umfrage zu diesem Thema durchgeführt. Folgende Aspekte spielten dabei eine zentrale Rolle:

- (1) Relevanz einzelner Dokumentationsthemen,
- (2) Vorgehen zur Dokumentation der Architekturkomponenten,
- (3) Vorgehen zur Dokumentation der Entwicklungs-/Betriebsprozesse,
- (4) Vorgehen zur Dokumentation der Aufbauorganisation,
- (5) Bewertung der Funktionalität eingesetzter Dokumentationswerkzeuge und
- (6) Bewertung des Aufwand-/Nutzenverhältnisses für die Dokumentationserstellung.

Dieser Beitrag fasst die wesentlichen Erkenntnisse der Umfrage zusammen. Eine kurze Beschreibung des verwendeten Instrumentariums und des methodischen Vorgehens sowie eine Charakterisierung der Umfrageteilnehmer erfolgt in Kapitel zwei. Den Kern des Beitrags bildet das dritte Kapitel, indem die Umfrageergebnisse dargestellt und ausgewertet werden. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung.

Zur Sicherstellung der wissenschaftlichen Rigorosität des Forschungsvorhabens wird sich an den Design Science Forschungsprozess von Peffers et al. [12] in Kombination mit den Handlungsanweisungen für die einzelnen Forschungsaktivitäten von Hevner et al. [13] gehalten.

## 2 Aufbau und Durchführung der Umfrage

### 2.1 Instrumentarium und methodisches Vorgehen

Da viele der relevanten Sachverhalte nicht direkt beobachtbar sind, wurde die hier vorgestellte Umfrage unter Verwendung eines Fragebogens durchgeführt. Dieser setzte sich aus insgesamt 57 Einzelfragen zusammen. Der Einsatz von Filterfragen erlaubte ein Überspringen einzelner Fragen in Abhängigkeit von den zuvor gegebenen Antworten. Die Fragen waren in vier thematische Abschnitte unterteilt:

- (1) Allgemeine statistische Fragen zum Unternehmen,
- (2) Fragen zur betriebenen BI-System-Landschaft,
- (3) Fragen zum aktuellen BI-Lifecycle-Management und
- (4) Fragen zur Dokumentation der BI-Systeme.

Für diesen Beitrag sind die Blöcke eins und vier relevant.

Die Auswahl der Fragen erfolgte in Diskussionsrunden, an denen Vertreter aus Forschung und Praxis beteiligt waren, die über umfangreiche Erfahrungen im BI-Umfeld verfügen.

Als Fragetyp wurden geschlossene bzw. halboffene Fragen, bei denen Frage und Antwort weitestgehend vorgegeben sind, verwendet. Dadurch war eine Durchführungs- und Auswertungsobjektivität gegeben und die Fragen waren für die Zielgruppe leicht zu beantworten. Die Herausforderung bestand darin, gut selektierte Antwortmöglichkeiten vorzugeben.

Der Fragebogen wurde in entsprechenden Pretest-Szenarien mit Wissenschaftlern und Praktikern getestet.

Die technische Realisierung der Umfrage erfolgte über das Open Source Tool LimeSurvey [14]. Dessen Funktionsspektrum deckte alle an die Umfrage gestellten Anforderungen, wie z.B. die unbegrenzte Anzahl an Umfrageteilnehmern, die Unterstützung von halboffenen Fragetypen und den Export der Antworten in verschiedene Ausgabeformate, ab.

Die in Abschnitt 2.2 näher charakterisierten Probanden erhielten per Email die Aufforderung, an der Online-Umfrage teilzunehmen. Die entsprechende Legitimation erfolgte über den Aufruf eines in der Email angegebenen Links. Die Bearbeitung der Umfrage war in einem Zeitfenster von drei Wochen möglich, wobei die Teilnehmer die Ergebnisse jederzeit zwischenspeichern konnten. Die Resultate der Befragung wurden anonymisiert gespeichert, so dass keine nachträgliche Zuordnung der resultierenden Daten zu bestimmten Umfrageteilnehmern möglich ist. Nach Abschluss der Umfrage wurden die Antworten in das Statistikprogramm SPSS exportiert, dort bereinigt, ausgewertet und anschließend in Microsoft Excel grafisch aufbereitet.

### 2.2 Charakterisierung der Umfrageteilnehmer

Insgesamt wurden 4212 in Deutschland ansässige, mittlere und größere Unternehmen eingeladen, an der Umfrage teilzunehmen. Die Auswahl erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Von den Unternehmen war lediglich bekannt, dass sie BI-Systeme betreiben. Im Ergebnis kam es zu 368 beantworteten Fragebögen, von denen 119 vollständig und korrekt ausgefüllt waren und in die Auswertung einfließen konnten. Das entspricht einer Rücklaufquote von 2,76%.

Geografisch sind alle Bundesländer außer Bremen vertreten. Mit 71 Umfrageteilnehmern liegt ein deutlicher Schwerpunkt auf den wirtschaftlich starken Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern.

Bei der Frage nach den Umsätzen im vergangenen Geschäftsjahr liegen 88 der befragten Unternehmen unterhalb der 500-Mio.-Euro-Grenze. Davon erreichten 47 Unternehmen einen Umsatz zwischen 101 Mio. Euro und 500 Mio. Euro. Einen Umsatz von 10 Mio. Euro bis 100 Mio. Euro gaben 37 der befragten Unternehmen an. Vier Prozent der Umfrageteilnehmer befinden sich unterhalb der 10-Mio.-Euro-Umsatzgrenze.

Hinsichtlich der Mitarbeiteranzahl sind Unternehmen aller Größenordnungen vertreten. Unternehmen mit 1001 bis 5000 Mitarbeitern bilden mit 39% den größten Anteil. Großunternehmen mit mehr als 5000 Mitarbeitern machen hingegen 11% der Teilnehmer aus.

Bei dieser Umfrage sind alle wichtigen Branchen vertreten. Die prozessorientierte Fertigung nimmt dabei mit 29%, gefolgt von den Handelsunternehmen mit 14%, den größten Anteil ein.

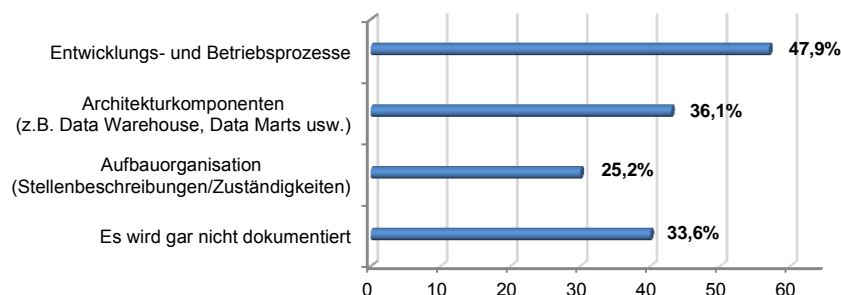
Mehr als 80% der Umfrageteilnehmer besetzen leitende Funktionen im IT-Umfeld und verfügen damit über eine besonders hohe Entscheidungskompetenz im Bereich BI. Der verbleibende Anteil stammt aus verschiedenen Fachbereichen mit dem Schwerpunkt auf IT- und Controlling-Abteilungen.

Die Frage nach der verfolgten Strategie bezüglich der BI-Lösung hat ergeben, dass in 48% der befragten Unternehmen BI-Suiten zum Einsatz kommen. Es folgen 19% der Unternehmen, die bevorzugt Eigenentwicklungen einsetzen. Best-of-Breed-Lösungen erfuhren mit 12% die dritthäufigste Nennung.

### 3 Darstellung und Auswertung der Ergebnisse

#### 3.1 Relevanz einzelner Dokumentationsthemen

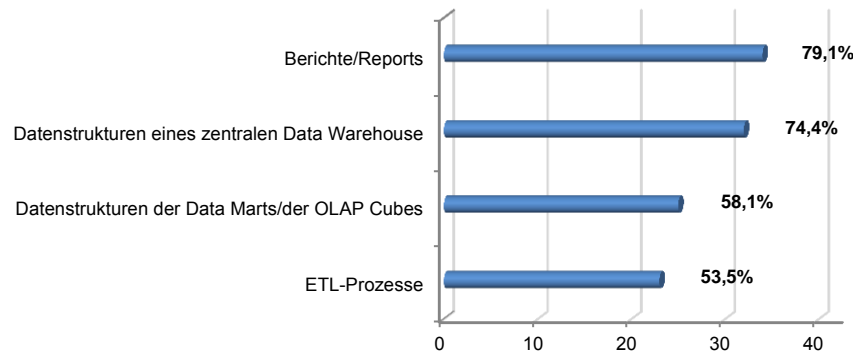
Bild 1 zeigt, dass die 119 befragten Unternehmen am häufigsten die Entwicklungs- und Betriebsprozesse der BI-Systeme, gefolgt von den Architekturkomponenten, dokumentieren. Die Dokumentation der Aufbauorganisation bildet das Schlusslicht. Interessant ist die Tatsache, dass gut ein Drittel der Unternehmen gar keine Bi-Systemdokumentation erstellt und pflegt.



**Bild 1:** BI-System-Aspekte, die dokumentiert werden (n=119, Mehrfachnennungen (MN))

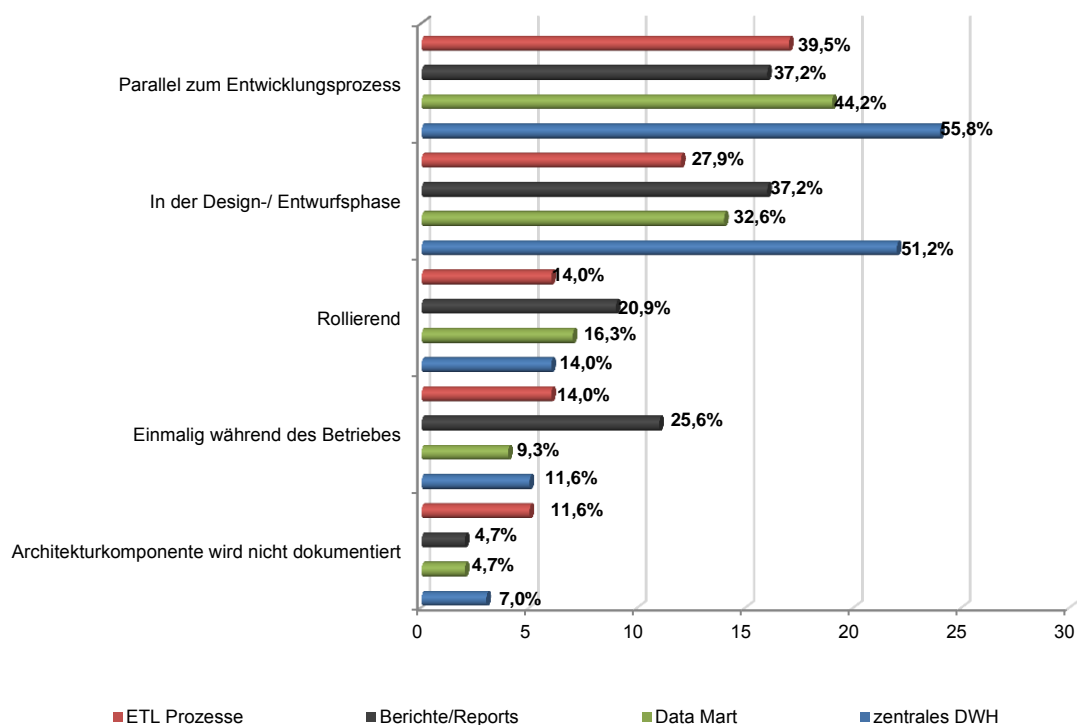
### 3.2 Vorgehen zur Dokumentation der Architekturkomponenten

Bei den Architekturkomponenten werden zu 79,1% die Berichte/Reports und zu 74,4% die Datenstrukturen eines zentralen Data-Warehouse dokumentiert. Es folgen die Datenstrukturen der Data Marts/OLAP-Cubes und die ETL-Prozesse (Bild 7).

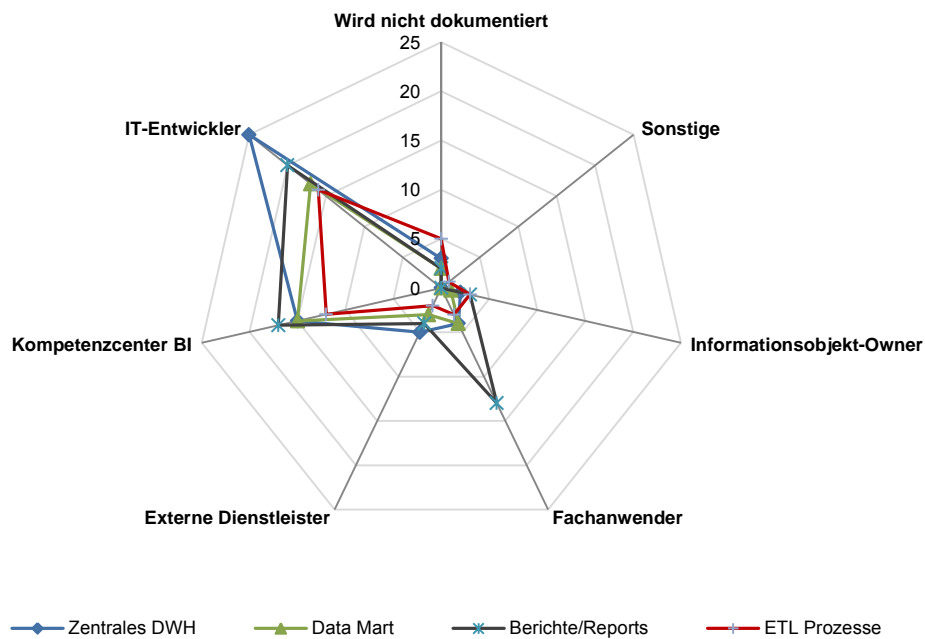


**Bild 2: Architekturkomponenten, die dokumentiert werden (n=43, MN)**

Wie in Bild 3 ersichtlich ist, erfolgt die Dokumentation der Architekturkomponenten bislang mehrheitlich einmalig in der Design-/Entwurfsphase bzw. parallel zum Entwicklungsprozess. Die wenigsten Unternehmen führen aktuell eine kontinuierliche Dokumentation durch.



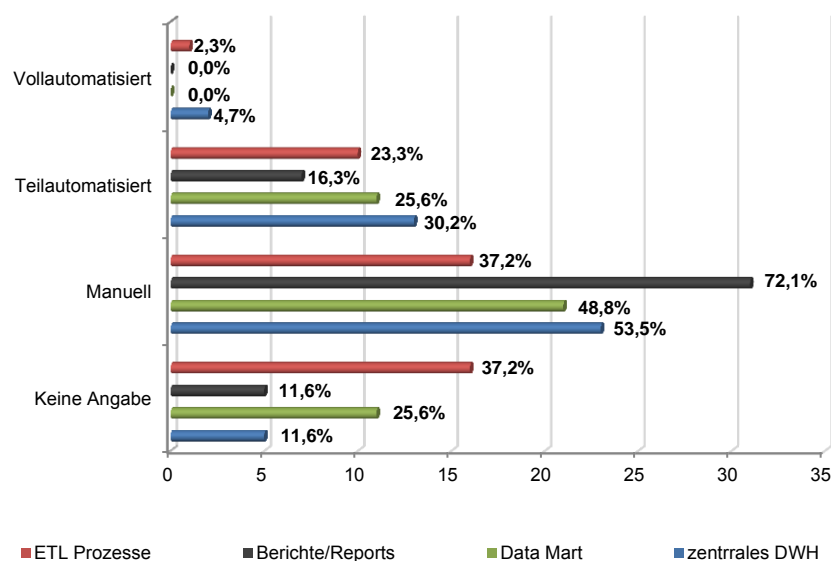
**Bild 3: Zeitpunkt zur Dokumentation der Architekturkomponenten (n=43, MN)**



**Bild 4: Wer die Architekturkomponenten dokumentiert (n=43, MN)**

Wie in Bild 4 dargestellt, erfolgt die Dokumentation der Architekturkomponenten schwerpunktmäßig durch die IT-Entwickler und das Kompetenzcenter BI. Eine Ausnahme bilden die Berichte/Reports, welche häufig durch die Fachanwender selbst erstellt, gepflegt und dokumentiert werden.

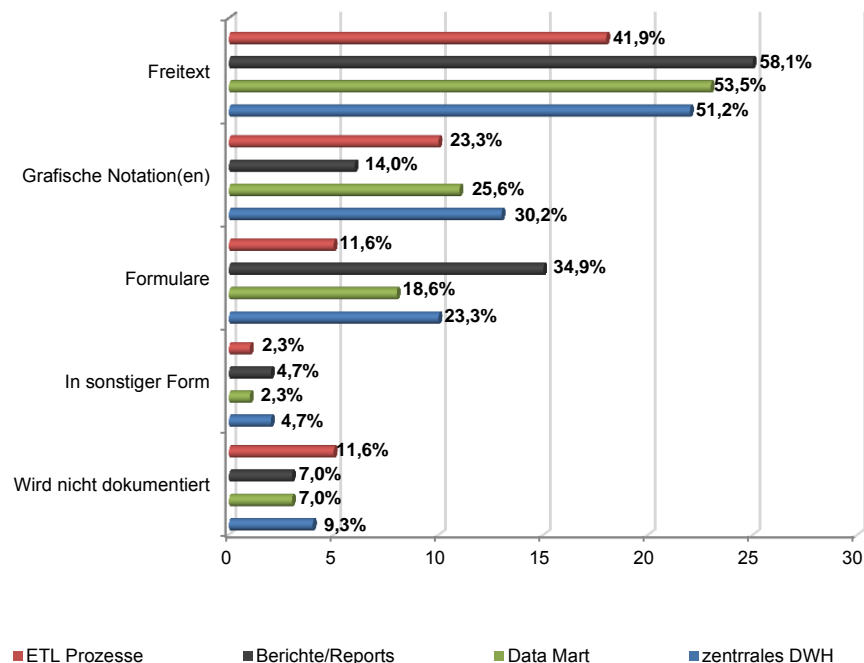
Die Mehrheit der befragten Unternehmen erstellt die Dokumentation für Architekturkomponenten manuell bzw. teilautomatisiert. Eine vollautomatische Erzeugung findet in der Praxis bislang so gut wie gar nicht statt, was einen hohen Aufwand für die Dokumentationserstellung mit sich bringt und vermuten lässt, weshalb in den seltensten Fällen rollierend dokumentiert wird (Bild 5).



**Bild 5: Automatisierungsgrad bei der Dokumentation der Architekturkomponenten (n=43)**



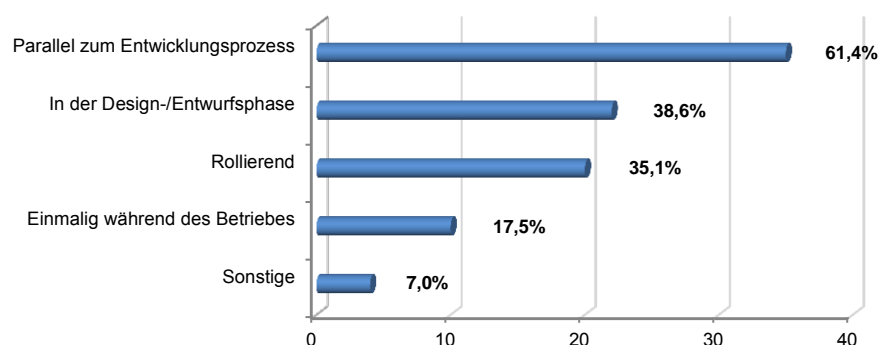
Die Dokumentation der Architekturkomponenten erfolgt derzeit in der Mehrheit der Fälle in Form von unstrukturiertem Text (Bild 6). Daraus ergeben sich hohe Freiheitsgrade bei der Dokumentationserstellung und -nutzung. Eine besser strukturierte Erfassung von Dokumentation ist durch Formulare und grafische Notationen möglich. Letztere vereinfachen darüber hinaus die Kommunikation zwischen Endanwendern und Systementwicklern.



**Bild 6:** Dokumentationsformen für Architekturkomponenten (n=43, MN)

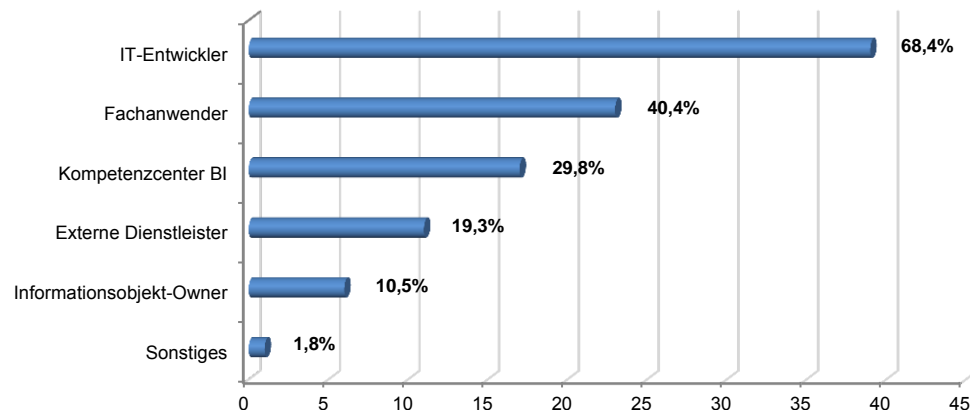
### 3.3 Vorgehen zur Dokumentation der Entwicklungs-/Betriebsprozesse

Die Dokumentation der Entwicklungs- und Betriebsprozesse erfolgt bei der Mehrheit der befragten Unternehmen wiederum einmalig in der Design-/Entwurfsphase bzw. parallel zum Entwicklungsprozess (Bild 7). Auffällig ist der mit 35,1% im Vergleich zur Dokumentation der Architekturkomponenten höhere Anteil an kontinuierlichen Dokumentationsprozessen. Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass die Entwicklungs- und Betriebsprozesse von Anwendern in der Realwelt beobachtet und damit deutlich einfacher dokumentiert werden können, als anwendungssystem-interne Abläufe und Strukturen.



**Bild 7:** Zeitpunkt zur Dokumentation der Entwicklungs- und Betriebsprozesse (n=57, MN)

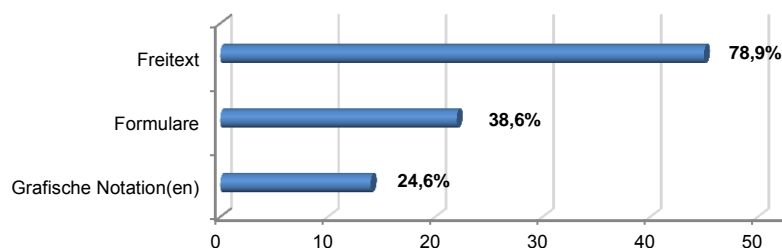
Wie die Auswertung der Umfrage gezeigt hat, finden die Dokumentationsarbeiten auch hier fast ausschließlich manuell bzw. teilautomatisiert statt.



**Bild 8: Wer die Entwicklungs- und Betriebsprozesse dokumentiert (n=57, MN)**

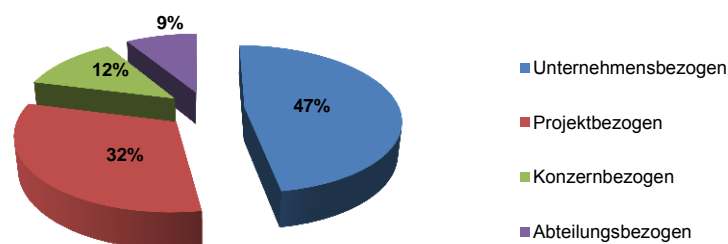
Wie Bild 8 zeigt, wird die Dokumentation der Entwicklungs- und Betriebsprozesse vorrangig von den IT-Entwicklern vorgenommen, gefolgt von den Fachanwendern und dem Kompetenzzentrum BI.

In 78,9% der Fälle wird in Form von Freitext dokumentiert. Die stärker strukturierten Vorgehensweisen zur Dokumentation sind als Formulare mit 38,6% und grafischen Notationen mit 24,6% vertreten (Bild 9).



**Bild 9: Dokumentationsformen für Entwicklungs- und Betriebsprozesse (n=57, MN)**

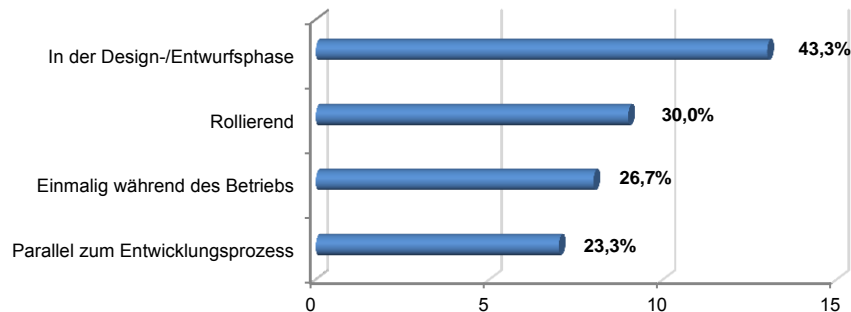
Die dokumentierten Entwicklungs- und Betriebsprozesse stellen keine „Insellösungen“ dar, sondern gelten in mindestens 34 Unternehmen abteilungsübergreifend (Bild 10).



**Bild 10: Reichweite der dokumentierten Entwicklungs- und Betriebsprozesse (n=57)**

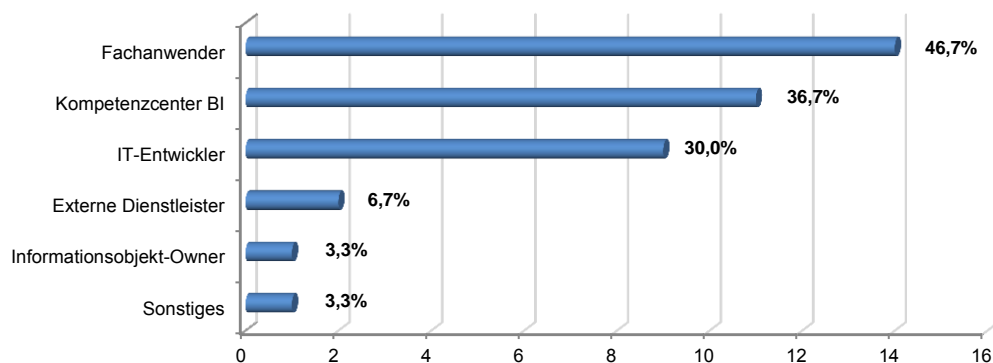
### 3.4 Vorgehen zur Dokumentation der Aufbauorganisation

Auch bei der Aufbauorganisation überwiegt das einmalige Dokumentationsgeschehen in der Design-/Entwurfsphase (Bild 11).



**Bild 11: Zeitpunkt zur Dokumentation der Aufbauorganisation (n=30, MN)**

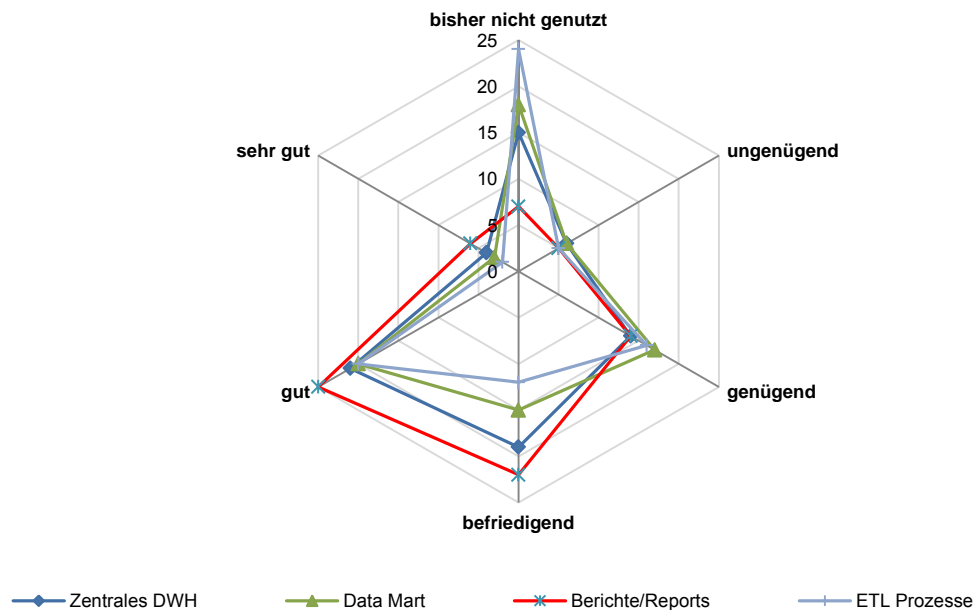
Die Dokumentation der Aufbauorganisation hat einen starken betriebswirtschaftlichen Bezug und gehört mehrheitlich in das Aufgabengebiet der Fachanwender (Bild 12).



**Bild 12: Wer die Aufbauorganisation dokumentiert (n=30, MN)**

### 3.5 Bewertung der Funktionalität eingesetzter Dokumentationswerkzeuge

Die als Freitext gestaltete Frage nach den zur Dokumentation verwendeten Werkzeugen hat ergeben, dass in der Praxis bislang überwiegend MS Office-Produkte (Word (53 Nennungen) und Excel (49 Nennungen)) sowie Wiki-Systeme (7 Nennungen) zum Einsatz kommen. Mehrfachnennungen waren möglich. Die Frage nach der Bewertung der Funktionalität der zur Verfügung stehenden Softwarewerkzeuge zur Dokumentation der Architekturkomponenten von BI-Systemen erfolgte nach dem Schulnotenprinzip mit den Noten 1 bis 5. Für die einzelnen Architekturkomponenten ergeben sich die folgenden Notendurchschnitte: Datenstrukturen des zentralen Data-Warehouse 3,0, Datenstrukturen der Data Marts/OLAP Cubes 3,0, Berichte/Reports 2,9 und ETL-Prozesse 3,0.

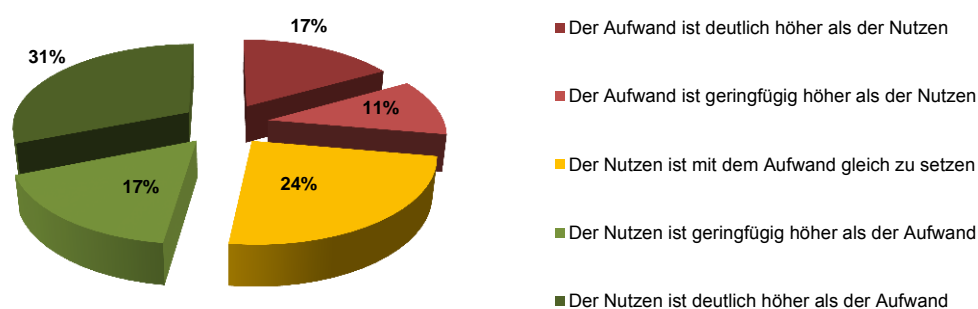


**Bild 13: Bewertung der Funktionalität eingesetzter Dokumentationswerkzeuge für Architekturkomponenten (n=79)**

Die Funktionalität der zur Verfügung stehenden Werkzeuge zur Dokumentation der Entwicklungs- und Betriebsprozesse sowie der Aufbauorganisation wurden ebenfalls nach dem Schulnotensystem bewertet. Für die Entwicklungs- und Betriebsprozesse hat sich über alle Befragten eine Durchschnittsnote von 3,0 und für die Aufbauorganisation von 2,8 ergeben.

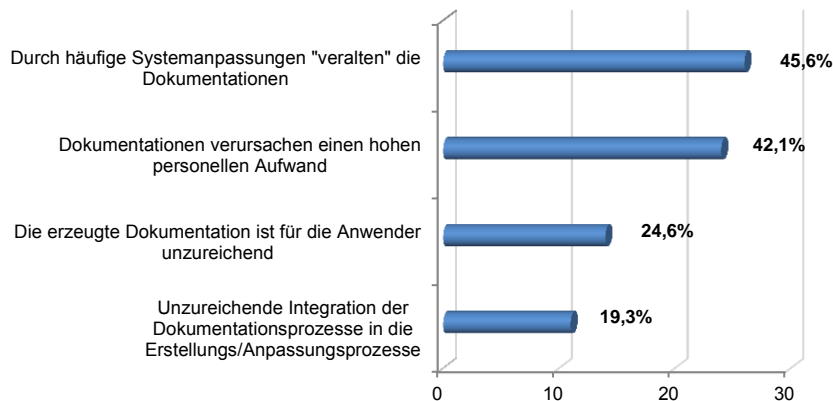
### 3.6 Bewertung des Aufwand-/Nutzenverhältnisses für die Dokumentationserstellung

Wie in Bild 14 erkennbar ist, bewerten weniger als die Hälfte der befragten Unternehmen den Nutzen von Dokumentation höher als den damit in Verbindung gebrachten Aufwand.



**Bild 14: Aufwand-/Nutzenverhältnis für die Dokumentationserstellung? (n=119)**

Die Frage nach den Gründen, warum der Aufwand größer bewertet wird als der Nutzen, hat zu dem in Bild 15 dargestellten Ergebnis geführt.



**Bild 15: Gründe für Aufwand Dokumentationserstellung >= Nutzen (n=57, MN)**

Darüber hinaus wurden bei dieser halboffen formulierten Frage noch weitere Probleme im Zusammenhang mit der Erstellung von Dokumentation im Bereich der BI-Systeme identifiziert. Diese werden hier zusammengefasst:

- geringer Automatisierungsgrad bei der Dokumentationserstellung,
- vorhandene Dokumentationswerkzeuge sind nicht optimal in die BI-Systeme integriert,
- fehlende Dokumentationsstandards und mangelnde Strukturierung der Dokumentation,
- Dokumentationswerkzeuge unterstützen keine geeigneten Ausgabeformate,
- fehlende durchgängige Integration der "Architekturkomponenten" - Metadatenmanagement ist teilweise nur Modulbezogen verfügbar und
- fehlende Managementunterstützung.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Umfrage hat ergeben, dass Softwarelösungen für die Dokumentation ausgewählter BI-Systeme existieren (z.B. Kettle Cookbook für Pentaho Data Integration (PDI)). Diese Lösungen funktionieren aber nur dann, wenn BI-Suiten zum Einsatz kommen (48% der befragten Unternehmen). Ist das nicht der Fall, ist ein unabhängiges, werkzeugübergreifendes Dokumentations-tool erforderlich. Obwohl sich viele Anbieter dieser Thematik seit längerer Zeit bewusst sind, existieren am Markt bislang keine Produkte, die eine automatische Re-Dokumentation von komplexen BI-Systemen unterstützen. Hier bietet der durch die CAWE Nachwuchsforscherguppe verfolgte modellgetriebene Lösungsansatz vielfältige Potentiale. Auch für Unternehmen, die BI-Suiten einsetzen, ist dieser Ansatz interessant, da das modellgetriebene Vorgehen das Berücksichtigen zusätzlicher Metadaten - beispielsweise über die zugrunde liegende Unternehmens-IT-Infrastruktur - zu Dokumentationszwecken vorsieht.

Hinsichtlich der Aspekte, nach denen BI-Systeme dokumentiert werden, stehen die Entwicklungs- und Betriebsprozesse an erster Stelle (47,9%). Es folgen die Architekturkomponenten (36,1%) und die Aufbauorganisation (25,2%). Interessant ist, dass ein Drittel der Unternehmen angab, keine Dokumentation zu erstellen und zu pflegen. Wenn Dokumentationen für die Architekturkomponenten erstellt werden, so betreffen diese zu 79,1% die Berichte und Reports.

Die Datenstrukturen eines zentralen Data-Warehouse werden in 74,4% der Fälle dokumentiert. Es folgen Datenstrukturen der Data Marts/ OLAP-Cubes (58,1%) und ETL-Prozesse (53,5%). Für alle Dokumentationen gilt, dass sie überwiegend einmalig in der Design-/ Entwurfsphase bzw. parallel zum Entwicklungsprozess in Form von Freitext erstellt werden. Nur ca. 15% der Unternehmen gaben an, einen rollierenden Dokumentationsprozess zu unterhalten, um die Aktualität der zur Verfügung stehenden Dokumentation zu gewährleisten. Der Dokumentationsprozess zeichnet sich in fast allen Unternehmen durch einen hohen Anteil an manueller Arbeit aus. In Folge bewerten weniger als die Hälfte der Umfrageteilnehmer den Nutzen von Dokumentation höher als den damit in Verbindung gebrachten Aufwand. Die Funktionalität und die Bedienbarkeit der zur Verfügung stehenden Softwarelösungen für Dokumentationszwecke sowie die Dokumentationsprozesse wurden von den Anwendern als verbesserungsfähig eingeschätzt.

Dem von Peffers et al. vorgeschlagenen Design Science Forschungsprozess folgend, wurde mit der durchgeführten Umfrage die Problemstellung im Bereich der Re-Dokumentation von BI-Systemen nachgewiesen und die Motivation für die Erstellung eines Prototyps zur modellgetriebenen Re-Dokumentation von ETL-Prozessen gegeben. Aufbauend auf den Ergebnissen der Umfrage wurde die konzeptionelle Entwicklung eines Frameworks zur automatisierten Erstellung von qualitativ hochwertigen, nutzerspezifischen Softwaredokumentationen vorgenommen [15]. Im Anschluss daran wurde die Umsetzbarkeit des entwickelten Frameworks demonstriert und auf dessen Grundlage ein Prototyp für die automatisierte, konfigurierbare ETL-Prozess-Dokumentation erstellt. Dieser Prototyp stellt die Grundlage für die ausstehende Evaluation des Dokumentationsframeworks dar.

## 5 Anmerkungen

Das Forschungsprojekt wird mit Mitteln des ESF und des Freistaates Sachsen gefördert.

## 6 Literatur

- [1] Vercellis, C (2009): Business Intelligence: data mining and optimization for decision making. Wiley, Hoboken, New Jersey.
- [2] Baars, H (2010): Business Intelligence im Spannungsfeld von Agilität und Effizienz. Controlling, 22 (12).
- [3] Krawatzek, R (2011): Softwaretests in der Domäne modellgetriebener BI-Systeme. In Gluchowski P; Lorenz, A; Schieder, C; Stietzel, J (Hrsg.): Tagungsband zum 14. Inter-universitären Doktorandenseminar Wirtschaftsinformatik (pp. 37-40). Chemnitz: Universitäts-verlag Chemnitz.
- [4] Kurze, C (2011): Computer-Aided Warehouse Engineering: Anwendung modellgetriebener Entwicklungsparadigmen auf Data-Warehouse-Systeme, Verlag Dr. Kovač.
- [5] Laudon, KC; Laudon, JP (2010): Management Information Systems: Managing the digital Firm. Pearson, Upper Saddle River, New Jersey.
- [6] Forward, A; Lethbridge, TC (2002): The Relevance of Software Documentation, Tools and Technologies: a Survey. Proceedings of the 2002 ACM symposium on Document engineering - DocEng'02 (pp. 26-33). New York, USA: ACM Press.
- [7] Wallmüller, E (2001): Die Rolle der Dokumentation in Software-Projekten. Software-Qualitätsmanagement in der Praxis: Software-Qualität durch Führung und Verbesserung von Software-Prozessen, 2nd ed., Hanser Fachbuch, pp. 149-156.
- [8] Chikofsky, EJ; Cross, JH (1990): Reverse engineering and design recovery: a taxonomy. IEEE Software, 7(1), 13-17.
- [9] Business Application Research Center (BARC) (2011): Data Warehousing 2011: Status quo, Herausforderungen und Nutzen. BARC-Institut.
- [10] IBM (2010): Business-Intelligence-Studie 2010: Einsatz, Nutzung und Probleme von Analyse- und Berichtssoftwarelösungen in mittelständischen Unternehmen in Deutschland. Conunit GmbH, IBM Deutschland GmbH, TU Chemnitz.
- [11] SoftTrend (2011): Studie 261 - Business Intelligence 2011: Moderne Dashboard-Benutzeroberflächen, Data Warehouse, Analyse- und Data Mining-Tools. Softselect.
- [12] Peffers, K; Tuunanen, T; Rothenberger, M; Chatterjee, S (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45-77.
- [13] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, 28(1), 75-105.
- [14] LimeSurvey (2011), <http://www.limesurvey.org/>.
- [15] Krawatzek, R; Jacobi, F; Müller, A; Hofmann, M (2011): Konzeption eines Frameworks zur automatisierten Erstellung nutzerspezifischer IT-Systemdokumentationen. In Workshop Business Intelligence 2011 (WSBI'11) der GI-Fachgruppe Business Intelligence, in press.





# Architektur eines Open Source BI Systems mit Geo-Erweiterung

**Anett Mehler-Bicher**

Fachhochschule Mainz, Fachbereich Wirtschaft, Fachgruppe Wirtschaftsinformatik,  
55128 Mainz, E-Mail: anett.bicher@fh-mainz.de

**Klaus B. Böhm**

Fachhochschule Mainz, Fachbereich Technik, Lehrinheit Geoinformatik & Vermessung,  
55128 Mainz, E-Mail: klaus.boehm@fh-mainz.de

## Abstract

In diesem Paper wird die Kombination von einer Open Source BI Lösung mit geo-bezogener Analyse und Visualisierung adressiert. Im Fokus stehen dabei die Architektur des Gesamtsystems sowie die Kommunikation der BI und Geo-Visualisierungsbezogenen Komponenten.

Ziel ist es, eine Widget-basierte Architektur als Best-Practice Ansatz vorzustellen und aufzuzeigen, welche Vorteile diese in der Nutzung bietet. Die Evaluierung des vorgestellten Ansatzes erfolgt in einem Anwendungsfall aus dem Gesundheitswesen.

## 1 Einleitung

Business Intelligence gewinnt in Unternehmen immer mehr an Bedeutung; auch Open Source Lösungen wie pentaho[22], palo[21] oder JasperSoft[16] haben inzwischen einen Reifegrad erlangt, der einen Einsatz in Unternehmen möglich und interessant macht.[15]

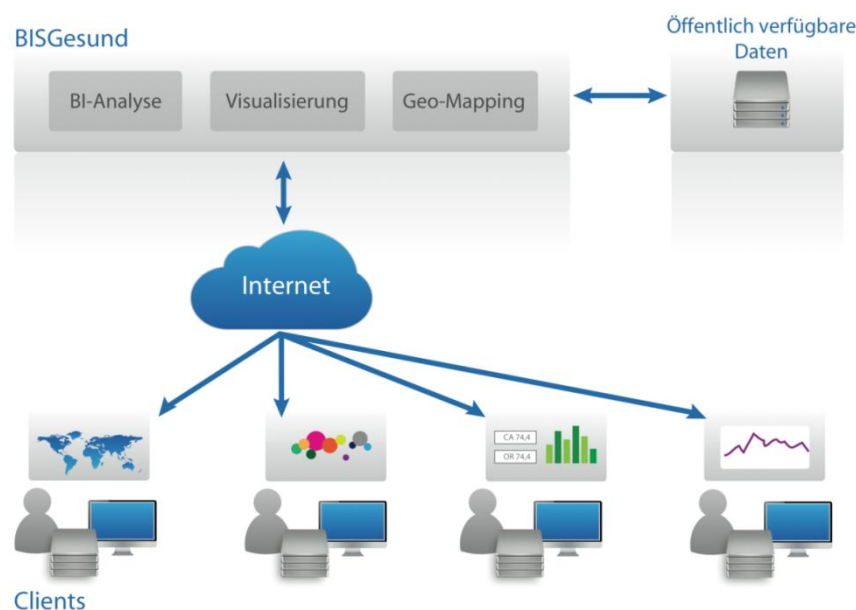
Wenig erschlossen hinsichtlich Business Intelligence– unabhängig ob kommerzielle oder Open Source Lösung –ist bislang die Verarbeitung geo-referenzierter Daten. Mehr als 80 Prozent aller Geschäftsdaten haben einen Raumbezug und bieten somit geo-referenzierte Informationen, die für die Analyse und Simulation wertvoll eingesetzt werden können.[4], [8] Bisher waren geo-basierte Analysen insbesondere eine Domäne von Geo-Informationssystemen (GIS). Die Kombination aus BI und geo-basierten Werkzeugen schafft neuartige Möglichkeiten für Analysen/Visualisierungen und Simulationen. In diesen Kontext sind die Ergebnisse, die in der Disziplin GeoVisualAnalytics[20], [25] erzielt werden, einzuordnen.

Durch den vereinfachten Zugriff auf Geo-Daten wie z. B. durch OpenStreetMap, Google Maps oder Bingmaps für raumbezogene Abfragen bei Datenbankmanagementsystemen verwischen die klassischen Branchengrenzen von GIS-Anwendungen.

Die hier vorgestellten Forschungsergebnisse, die als best-Practice Ansatz zu verstehen sind, wurden in einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekt erzielt, das den Gesundheitsmarkt fokussiert. [1]

Der Gesundheitsmarkt ist ein typischer Anwendungsbereich, der von BI Lösungen profitieren kann, derzeit aber noch selten unterstützt wird bzw. in dem der Reifegrad entsprechender BI Lösungen noch relativ gering ist. [4] Gerade aber geo-referenzierte Daten sind notwendig, um richtige Schlussfolgerungen zu ziehen. Disease Management Programme oder Einflüsse von Umweltbedingungen (z. B. Umweltverschmutzung) auf Krankheiten sind Beispiele im Gesundheitsbereich, bei denen erst die Berücksichtigung geo-referenzierter Daten aussagekräftige Resultate liefern kann. Derartige Daten können üblicherweise nicht von BI Lösungen verarbeitet werden.

Aus konzeptioneller Sicht wird daher ein System angestrebt, wie es in Bild 1 dargestellt ist.

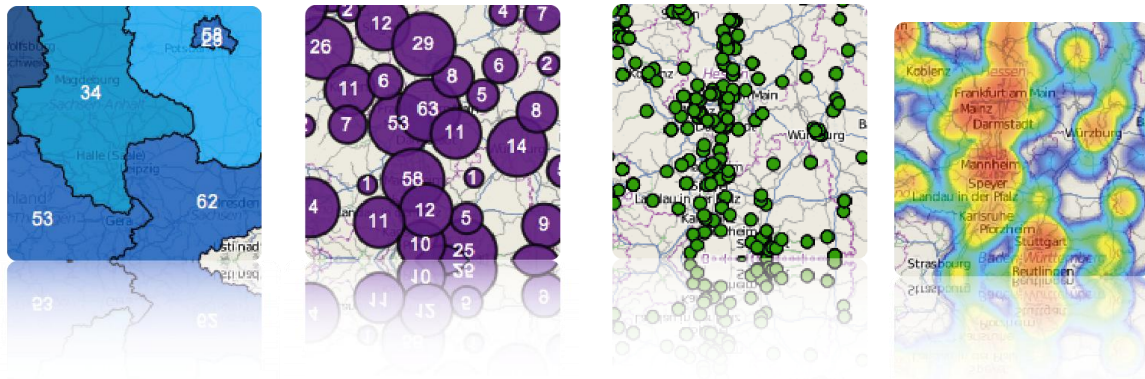


**Bild 1: Konzeption eines BI Systems mit Geo-Visualisierung**

Eine BI Lösung, die auch geo-referenzierte Daten verarbeiten kann, benötigt andere Darstellungsmechanismen als konventionelle Lösungen, die sich auf die Darstellung in Tabellen und Charts konzentrieren. Geo-referenzierte Daten und darauf basierende Analysen sowie Auswertungen benötigen konsequenterweise eine kartenbasierte Visualisierung.

Bei der Darstellung auf der Karte lassen sich verschiedene kartographische Techniken anwenden (vgl. Bild 2). Neben der bekannten flächenhaften Darstellung (Choroplethenkarte) wurden weitere Ansätze ausgewählt, die für die gegebene Anwendung aussagekräftige Ergebnisse liefern:

- Die Marker-Darstellung eignet sich für Informationen, die sich eindeutig auf einen Standort beziehen.[19]
- Die Cluster-Darstellung ermöglicht eine Generalisierung/Verdichtung unter Verwendung eines Fangradius.[17]
- Die Heatmap bietet sich zur Darstellung zweidimensionaler Verteilungen an.[7]



**Bild 2: Kartographische Visualisierungsmöglichkeiten**  
 (von links: Choroplethenkarte, Cluster-Darstellung, Marker-Darstellung, Heatmap)

Das bedeutet, dass sich bei einer mit Geo-Visualisierung kombinierten BI Lösung Darstellungsformen wie Tabelle und Karte synchronisiert nutzen lassen müssen. Die Daten, die in einer Tabelle dargestellt werden, müssen bei Auswahl einer Zeile oder Spalte auf die Karte übertragen werden. Ein Zoomen in der Karte wiederum muss eine entsprechende Anpassung in der Tabelle bewirken.

Durch die Integration geo-referenzierter Daten in das BI System und die Verschmelzung von Tabellen- und Kartendarstellung ergeben sich neue Anforderungen an die Benutzerführung, aber auch an die zugrundeliegende Architektur des Systems.

Die sich daraus ergebenden Anforderungen münden in das Architekturkonzept, das im Rahmen des Drittmittelprojekts BISGesund[1] als Best Practice Lösung entwickelt wurde und in weiteren Schritten hinsichtlich eines prinzipiellen Lösungsansatzes noch validiert werden muss. Eine weitere Vorgabe des Drittmittelprojekts war, dass das System auf Basis einer Open Source BI Lösung zu realisieren ist.

## 2 Anforderungen

### 2.1 Anforderungen an BI Systeme mit Geo-Visualisierung

Mit Business Intelligence– ob klassisch oder mit Erweiterung um geo-referenzierte Daten – bezeichnet man grundsätzlich die entscheidungsorientierte Datensammlung und -aufbereitung mit der Zielsetzung, geschäftsrelevante Informationen zu analysieren und darzustellen. [4]

Erweitert man gängige BI Lösungen um geo-bezogene Daten sowie entsprechende Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten, erhöht die Hinzunahme von raumbezogenen Daten substantiell die Komplexität einer „Geo-BI Lösung“ durch weitere Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten. Eine Synchronisierung der Darstellung z. B. muss nicht nur zwischen Tabellen und Charts erfolgen, sondern zusätzlich den Aspekt Karte integrieren. Insbesondere die Fragestellung, wann, wo und wie sich geo-basierte Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten anbieten, führt zu weiteren Anforderungen:

- Durchgängige Integration geo-referenzierter Daten  
Geo-bezogene Daten müssen sowohl im Data-Warehouse gespeichert als auch den zur Verfügung stehenden Tools zwecks Reporting, Analyse, Forecasting oder Data Mining zur Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Die raum- oder geo-bezogenen Daten sind durchgängig einzubinden. Weiterhin ist die Verarbeitung von geometrischen Daten (Point, Polygon, Lines) Voraussetzung z.B. als Ergebnisse von Analyseanfragen.
- Optimale Nutzerführung hinsichtlich der Darstellung raumbezogener Daten  
Je nach Fragestellung muss der Anwender entscheiden, ob eine tabellarische, chart-orientierte oder kartenbasierte Darstellung oder eine Kombination der Darstellungsformen sinnvoll ist. In Geo-Visualisierung ungeübte Nutzer benötigen hier eine adäquate Unterstützung – insbesondere bei der Wahl der geeigneten Kartendarstellung.
- Synchronisierung aller Darstellungsarten  
Da als weitere Darstellungsform die Karte hinzukommt, müssen sich Änderungen in einer Darstellungsform synchronisiert auch in die anderen Darstellungsformen auswirken. Ein Zoomen in der Karte z. B. führt zu einem entsprechend höheren Detailgrad in der Tabelle oder im Chart bzw. viceversa.
- Darstellung entscheidungsrelevanter Daten in der Karte  
Durch geeignete Navigationsmöglichkeiten, visuelle Hervorhebung signifikanter Details oder Identifikation statistisch signifikanter Hot Spots, Cold Spots oder Ausreißer ist die Entscheidungsunterstützung mittels Karteninformationen optimal zu gestalten.

## 2.2 Technologische Anforderungen

Neben den typischen technischen Anforderungen an klassische BI Systeme wie Datenintegration (ETL Prozess), OLAP Funktionalität (Cube-Generierung, Slice & Dice, Roll-up & Drill-down, Pivotierung, Sortierung ...) oder Reporting, Forecasting und Data Mining ergeben sich für ein um Geo-Funktionalität erweitertes BI System weitere technologische Anforderungen:

- Datenintegration geo-referenzierter Daten (ETL Prozess mit Geo-Funktionalität)
- Erweiterung der OLAP Funktionalität um raumbezogene Analysemöglichkeiten
- Erweiterung der Reporting Funktionalität um Kartendarstellungen

## 3 Architekturkonzept als Best Practice Ansatz

### 3.1 Auswahl der Open Source BI Lösung

Derzeit stehen unterschiedliche Open Source BI Systeme zur Verfügung, die einen Reifegrad erreicht haben, der einen Einsatz in professioneller Umgebung erlaubt.

Für dieses Forschungsprojekt wurden die drei Open Source BI Systeme Jaspersoft, Palo und Pentaho untersucht; analysiert und getestet wurde jeweils die Community Edition. Aufgrund von Performanzproblemen schied Jaspersoft frühzeitig aus; dabei ließ sich nicht abschließend klären, ob es an der im Projekt es der installierten Version lag oder gegebenenfalls ein generelles Problem besteht.

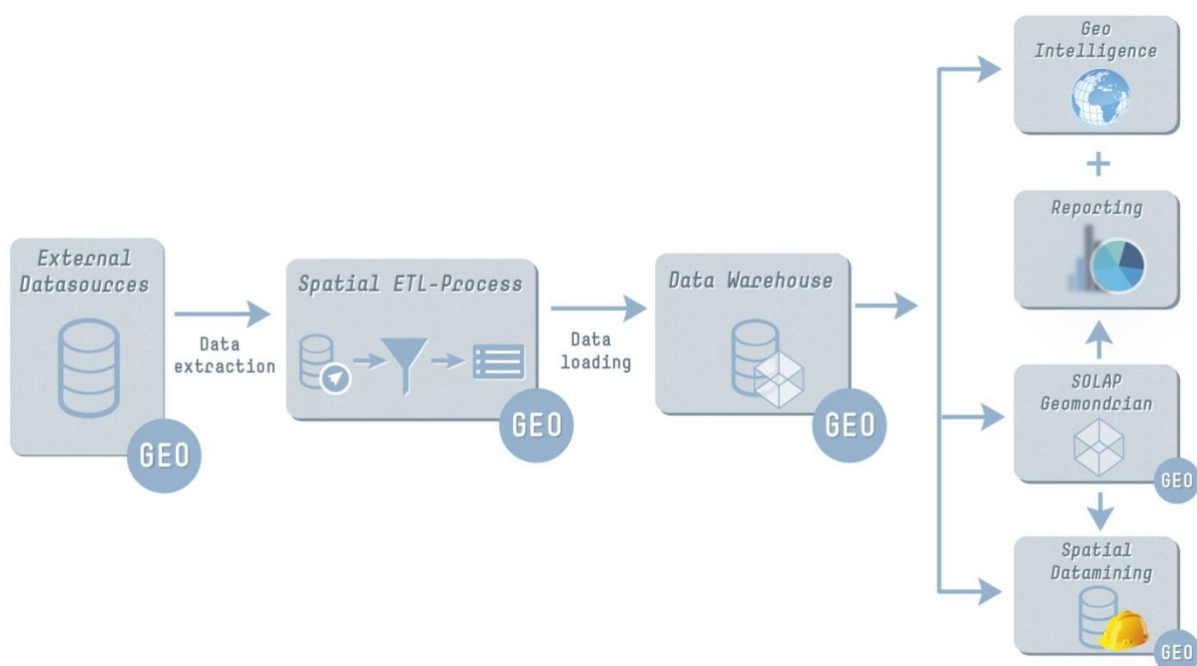
Oftmals genannte Kriterien zur Evaluierung von BI Lösungen wie z. B. Unterstützung des ETL-Prozesses, Vielzahl von Analysemöglichkeiten, Bereitstellung aller relevanten BI Tools o.ä.

(vgl. z. B. [9], [12], [13]) waren im Rahmen der Entscheidungsfindung zwischen Pentaho und Palo untergeordnet, da beide Systeme in diesem Bereich ähnliche Ergebnisse liefern bzw. vergleichbare Funktionalität anbieten:

- Die klassischen BI Funktionalitäten bzgl. Reporting und Analyse, die im Rahmen des Projektes von Relevanz sind, waren bei beiden Systemen gegeben; Möglichkeiten des Data Mining wurden vernachlässigt. Hinsichtlich Gesamtpformance –Ladezeiten, Datenintegration, Weboberfläche, Verarbeitung umfangreicher Datenmengen – waren beide Systeme gut vergleichbar.
- Über die BI Funktionalität hinaus war für die Entwicklung eigener Komponenten eine einfache Anbindung eigener Komponenten durch Standardschnittstellen (z. B. MDX via XMLA) von großer Bedeutung (vgl. z. B. [11]); auch diese Möglichkeit war bei beiden Systemen gegeben.

Von zentraler Bedeutung für die Entscheidungsfindung war jedoch die Möglichkeit, geo-referenzierte Daten beim Import in das Data Warehouse sowie bei der Analyse zu verarbeiten. Hier gibt es bereits Entwicklungen für pentaho, die eine Anbindung und Nutzung raumbezogener Daten unterstützen. [24]

Ein Lösungsansatz zur Ergänzung der klassischen BI Architektur unter Verwendung von pentaho mit Geo-Komponenten wird in [24] beschrieben. Geo-Mondrian und Geo-Kettle werden als entsprechende Erweiterungen zu Mondrian bzw. Kettle angeboten. Mit Geo-Kettle lassen sich geo-bezogene Daten beim Import verarbeiten, Geo-Mondrian wiederum erlaubt die Formulierung raumbezogener Abfragen beim Zugriff auf BI Daten (vgl. auch [5]).



**Bild 3:** BI Infrastruktur auf Basis von pentaho mit Geo-Komponenten

Dieser in Bild 3 dargestellte Ansatz wurde im hier vorgestellten Vorhaben verfolgt.

## 3.2 Konzept einer Rich Internet Application

### 3.2.1 Technologische Basis der Rich Internet Application

Für exploratives Analysieren ist eine hohe Interaktivität Voraussetzung. Dies wurde in der Vergangenheit bei sogenannten RIA (Rich Internet Applications) Web-Anwendungen nahezu ausschließlich mit Adobe Flash oder MS Silverlight realisiert (vgl.z. B. [17]).

Mit der Verfügbarkeit und zunehmenden Verbreitung von HTML5 stehen neue zukunftsweisende Möglichkeiten bereit, die sich insbesondere für Karten- und Chartbasierte Visualisierungen anbieten (siehe z. B. [2]). Die technologische Grundlage dieser RIA basiert daher auf HTML 5 in Kombination mit JavaScript und der jQuery-Bibliothek.

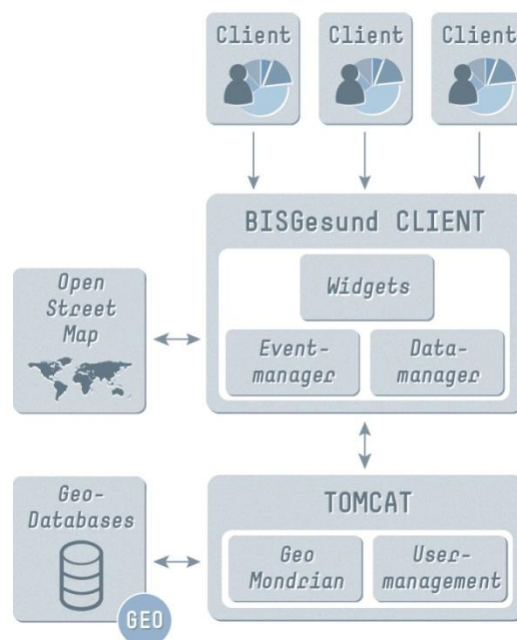
Unter Verwendung dieser Technologien wurde eine Widget-basierte Architektur für die RIA entwickelt. Die einzelnen Komponenten und ihre Kommunikation werden nachfolgend vertiefend betrachtet.

### 3.2.2 Funktionalität serverseitig

Eine Postgres Datenbank mit der „Spatial“ Erweiterung Postgis dient auf unterster Ebene als Basis für Data Warehouse, für Benutzerverwaltung und insbesondere für geo-graphische Abfragen.

Ein Tomcat Server dient als Webserver; Applikationsserver binden die Anwendungsmodule wie User-Management und Geo-Mondrian ein. Geo-Mondrian stellt den Datentyp „geometry“ (Point, Polygon, Lines) zur Verfügung und erlaubt die Handhabung dieser Daten direkt in den Datencubes. [10]Die Verarbeitung der Geo-Daten erfolgt clientseitig mit direktem Zugriff auf OSM (OpenStreetMap) Daten.

Das Zusammenspiel der Komponenten wird in Bild 4 verdeutlicht.

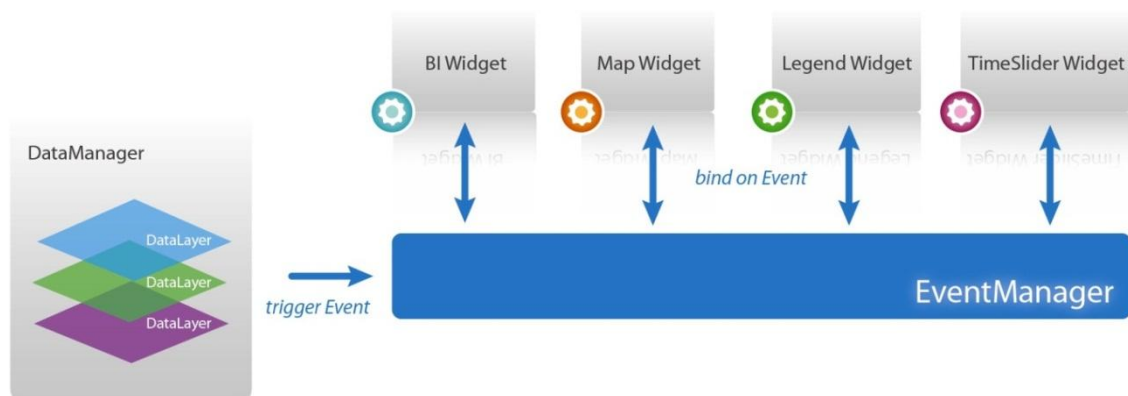


**Bild 4:** Client-Server Zusammenspiel

### 3.2.3 Funktionalität clientseitig

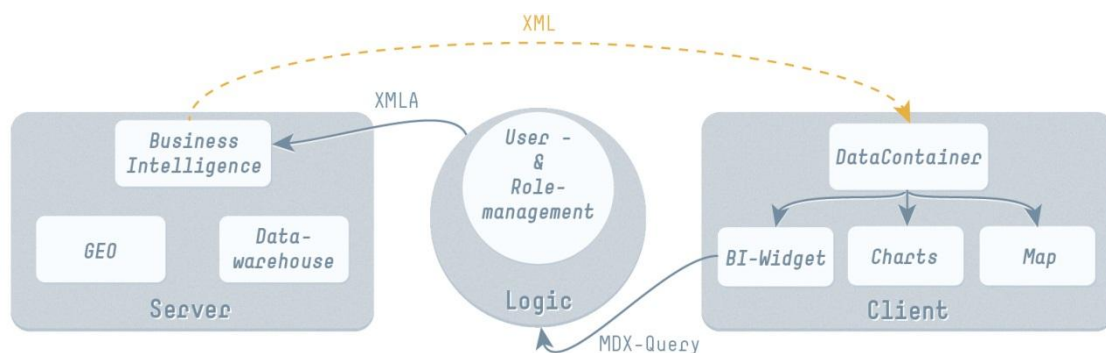
Clientseitig liegt der Schwerpunkt auf interaktiven OLAP-Analyse- und Auswertungsmöglichkeiten sowie der Visualisierung auf bzw. der Interaktion mit der Karte. Diese Funktionalität wird über eine Widget-Architektur realisiert. Dieses Architekturkonzept ermöglicht einen flexiblen und erweiterbaren Ansatz.

Widgets sind kleine, eigenständige wiederverwendbare Programmteile, typischerweise mit einer graphischen Repräsentation, z. B. einem eigenen Fenster und einer klar spezifizierten Aufgabe.[14],[23]Im gewählten Architekturkonzept kommunizieren Widgets über Events rein clientseitig untereinander und stellen damit eine performante sowie direktmanipulative Interaktion mit dem System sicher[3](vgl. Bild 5).



**Bild 5: Widget-Architektur**

Ein zentraler Client-Datencontainer optimiert die Kommunikation zwischen Client und Server und stellt zudem eine konsistente Datenhaltung in allen Widgets sicher. Widgets werden für folgende Aufgaben eingesetzt: BI OLAP, Maps, Charts, Layer, Projektmanagement sowie User-Management.



**Bild 6: Client Sever Komponenten des BISGESUND Systems**

### 3.2.4 Workflow

Die Kommunikation zwischen den Komponenten ist von zentraler Bedeutung. Bei der technologischen Realisierung wurde darauf geachtet, dass Standardabfragesprachen und allgemein übliche Kommunikationsformate eingesetzt werden.



Das BISGesund System nutzt daher Multidimensional Expressions (MDX) sowie „XML for Analysis“ (XMLA) zur Definition der Abfragen. Die Abfrageresultate werden in XML übertragen. Exemplarisch ist der Workflow zwischen den Komponenten ist durch die Pfeile in Bild 7 visualisiert.

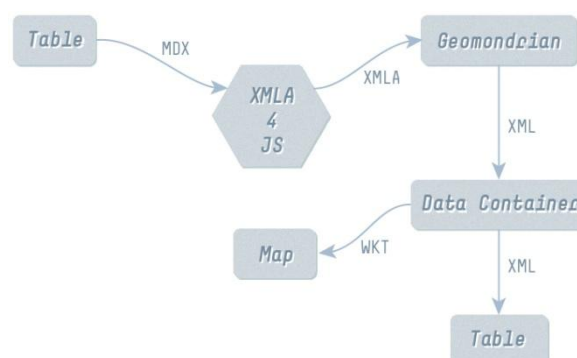
Die Widgets formulieren – ausgelöst durch Benutzeraktionen – MDX Queries. Die Business-Logic prüft deren Zulässigkeit und stellt die Anfrage mittels XMLA an den BI Server – im Detail an die Geo-Mondrian Komponente. Das Ergebnis der Abfrage wird an den Datencontainer übermittelt (XML-Format), der die Widgets mit den aktuellen Daten versorgt. Die Anbindung an Geo-Mondrian erfolgt mit dem XMLA4JS Framework. Dieser Ablauf bildet die Basis für alle Benutzeraktionen im Web-Frontend. Klassische Datenstrukturen und geo-referenzierte Daten sowie deren Abfragen werden gleichermaßen behandelt.

Der Nutzer agiert typischerweise mit drei User Interface Komponenten: Pivot-Tabelle, Karte sowie Charts. Exploratives Analysieren bedeutet das Arbeiten mit den Daten in allen drei „Ansichten“. Manipulation auf der Karte beeinflussen daher auch direkt die Darstellungen in der Pivot-Tabelle sowie in den Charts. Der resultierende Workflow wird exemplarisch für ein Karten- sowie für eine Pivot-Tabelle-Interaktion erläutert.



**Bild 7: Pan & Zoom Karteninteraktion**

Durch eine Pan & Zoom Interaktion an der Karte verändert sich der Datenbereich (z. B. Europa → Deutschland) (vgl. Bild 7). Dies führt zu einer Veränderung der Bounding Boxen im Datencontainer, der – basierend auf der Veränderung – eine neue MDX Abfrage mit veränderten Bounding Boxen initiiert. Die Abfrage wird durch Geo-Mondrian verarbeitet und Daten werden – über den Datencontainer – an die anderen Widgets weitergereicht.



**Bild 8: Ablauf einer OLAP Interaktion in einer Pivot Tabelle**

Der Ablauf bei einer OLAP Interaktion in einer Pivot-Tabelle wie z. B. Drill-down oder Auswahl einer Dimension, die auf der Karte zu visualisieren ist, erfolgt analog (vgl. Bild 8). Geo-Mondrian verarbeitet die Anfrage und schickt das Ergebnis an den Datencontainer – hier explizit dargestellt. Die Kommunikation zwischen Datencontainer und Karte erfolgt für Vektordaten in dem WKT-Format.



## 4 Evaluation der BI Lösung

Eine erste Evaluierung des Prototyps erfolgte im Kontext „Fortbildungsverhalten bei Gesundheitsberufen“. Ziel war, einen realen Anwendungsfall zu nutzen, der möglichst viele Facetten der Anwendung abdeckt und insbesondere Daten sowie Fragestellungen mit geo-graphischem Bezug aufweist.

### 4.1 Anwendungsszenario Fortbildungsverhalten bei Gesundheitsfachberufen

Mit dem GKV-Modernisierungsgesetz (GMG) verpflichtet der Gesetzgeber die Vertragsärzte, sich regelmäßig fachlich fortzubilden und die Nachweise alle fünf Jahre der Kassenärztlichen Vereinigung (KV) vorzulegen. Vertragsärzten müssen regelmäßig nachweisen, dass sie sich fortgebildet haben. Neben der Fortbildungspflicht bei den Vertragsärzten existieren für zahlreiche weitere Gesundheitsfachberufe freiwillige Fortbildungsangebote.

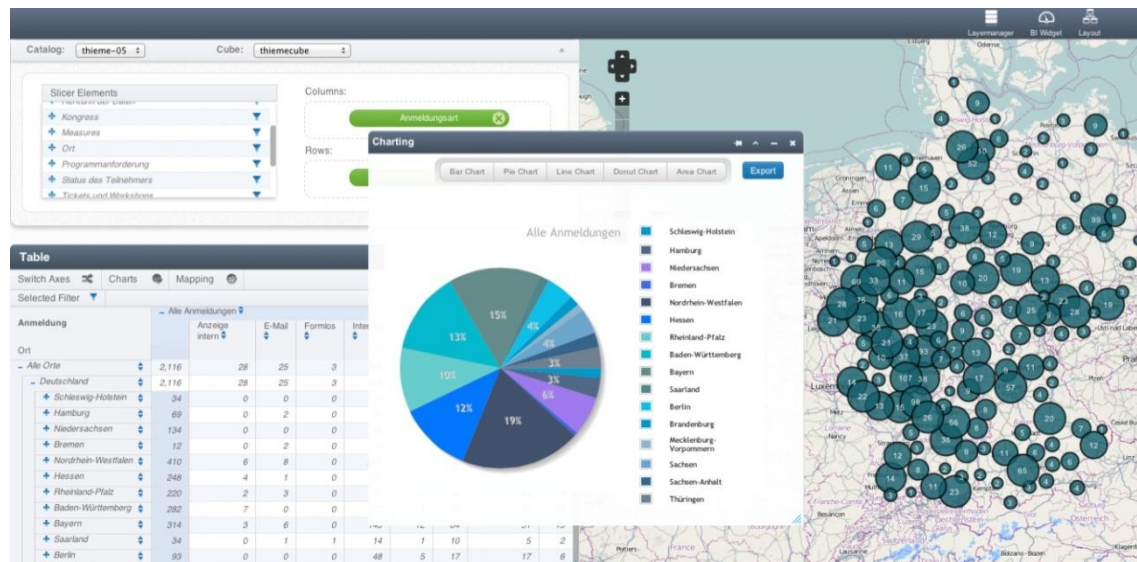
Ziel der Analyse sind belastbare Ergebnisse, um das Fortbildungsangebot des Anwendungspartners unter Berücksichtigung der Fortbildungsqualität und der Kostenstruktur zu optimieren. Als potentielle Anwendungspartner sind in erster Linie die Veranstaltungsinits der medizinischen Fachverlage und diverse Berufsverbände zu nennen. Folgende Parameter bzw. Fragestellungen sind für die Analyse von Relevanz:

- Welche Form der Fortbildungsangebote werden genutzt? Gibt es regionale bzw. saisonale Unterschiede bei der Nutzung der Fortbildungsangebote? Gibt es beliebte bzw. unbeliebte Veranstaltungsorte? Welche Entfernungen vom Wohnort zum Veranstaltungsort werden in Kauf genommen?
- In welchen Bereichen werden welche Einnahmen erzielt?
- Welche Beziehungen zu Teilnehmer, Einreicher, Referenten, Schwerpunktthemen, einzelnen Programmpunkten lassen sich in Bezug auf geo-graphische Verteilung und zeitliche Veränderung ableiten?
- Zeigen Marketingmaßnahmen, Produktpolitik, Nachfrageaspekte Wirkungen? Falls ja, welche?

### 4.2 Test des Prototypen

Mit einem umfangreichen Datensatz, der von einem Fachanbieter für medizinische Kongresse zur Verfügung gestellt wurde, konnten erste Erfahrungen mit dem Prototyp gesammelt werden (vgl. Bild 9).

Der Mehrwert der Kartenvisualisierung zusätzlich zu klassischen Darstellungsformen ist offensichtlich. Bei der Darstellung in Bild 9 ging es um die Anmeldezahlen für einen Kongress und deren Verteilung auf die Bundesländer. Das Tortendiagramm als Chart zeigt zwar die relative Verteilung; die Kartendarstellung jedoch vermittelt erst einen flächenhaften Eindruck der geo-graphischen Verteilung der Anmeldezahlen.



**Bild 9: Screenshot des Prototyps**

Der Anwender nutzt unterschiedliche Zugänge zu den Daten; es eröffnen sich neue Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten. Über Pivot Tabellen kann er die ihm zur Verfügung stehenden Daten insbesondere in Cubes klassisch untersuchen; Attribute ausgewählter Spalten oder Zeilen werden direkt in der Karte in gewünschter Form visualisiert. Unterschiedliche interaktive Charts lassen sich bei Bedarf hinzunehmen und Analysen vertiefen.

Bei der Realisierung des Prototyps lag ein Schwerpunkt auf der Synchronisierung der Darstellungsarten, um visuelle Vergleiche über unterschiedliche Zustände –z.B. historische/aktuelle Situationen– optimal zu gestalten. Die Kartendarstellung lässt sich quasi einfrieren und bei Bedarf mit ergänzenden Analysen vervollständigen.

### 4.3 Kritische Reflexion

Der vorgestellte Prototyp folgt einem Best-Practice Ansatz und soll aufzeigen, welche Möglichkeiten in der Kombination einer Open Source BI Lösung und Geovisualisierung für das Gesundheitswesen bestehen.

Dennoch sind verschiedene Fragestellungen noch offen bzw. müssen nach Abschluss des Forschungsprojekts noch geklärt werden:

- **Akzeptanz**  
Erste Tests im Einsatz bei Anwendern – ein Fachanbieter für medizinische Kongresse – zeigt, dass die Anwender die neuen Visualisierungsmöglichkeiten nutzen, schätzen und als deutliche Bereicherung empfinden.
- **Datensicherheit**  
Das Forschungsprojekt zielte darauf ab, dass ein entsprechendes System dem Anwender in Form eines SaaS zur Verfügung gestellt wird. Zahlreiche Diskussionen mit potenziellen Anwendern haben aber gezeigt, dass für Anwender gegebenenfalls nur eine private Cloud Lösung infrage kommt. Alles andere wird unter dem Aspekt der Datensicherheit zum jetzigen Zeitpunkt noch zu kritisch beurteilt. Aus technischer Sicht ist das Konzept für den Einsatz in einer privaten Cloud geeignet. Möchte man ein komplett abgeschottetes Intranet betreiben, sind die OSM Kartendaten noch in einem eigenen Mapsserver bereitzustellen.

- Data Mining Funktionalitäten

Der Aspekt Data Mining wurde im Rahmen des Projektes für pentaho detaillierter analysiert; die Ergebnisse der Recherche zeigen zwar entsprechende Lösungen wie z. B. Weka. In der Diskussion mit potenziellen Anwendern zeigte sich aber, dass die Anwender i.d.R. nicht über das notwendige Statistikwissen verfügen, um Data Mining Komponenten adäquat und mit genügend Fachwissen zu nutzen. Die Anwender stellten heraus, dass umfangreiche Tools zwecks Reporting und Analyse eine wesentlich höhere anwendungsorientierte Relevanz besitzen.

- Einsatzmöglichkeiten außerhalb des Gesundheitswesens

Derzeit laufen erste Gespräche mit potenziellen Anwendern im Bereich Vertrieb sowie Medieninformation bzw. -nutzung. In beiden Fällen kann erst die Berücksichtigung georeferenzierter Daten aussagekräftige Resultate liefern kann.

- Produktvermarktung

Erste Gespräche mit potenziellen Anwendern haben auch gezeigt, dass einige Anwender eher daran interessiert sind, das Tool inklusive Daten zu erwerben bzw. lizenzieren als nur das Tool selbst. Oftmals haben die Anwender Schwierigkeiten, den ETL-Prozess selbst durchzuführen und müssten hier eine entsprechende Dienstleistung einkaufen. Zum anderen sind für einige Anwender im Gesundheitswesen auch bereits eingestellte Daten, die als Daten-Stream wie z. B. Luftverschmutzung frei verfügbar sind, von großer Bedeutung, die sie mit ihren eigenen Daten verschneiden können.

## 5 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir einen technologischen Lösungsansatz vorgestellt, der eine Open Source BI Plattform mit Geovisualisierung kombiniert. Der Ansatz berücksichtigt die dargelegten Anforderungen insbesondere hinsichtlich Integration der raumbezogenen Daten in den Analyseprozess und der synchronen Visualisierung und Interaktion.

Ein erster Prototyp liegt vor, der von verschiedenen Anwendern aus dem Gesundheitsmarkt getestet wird. Die bisherigen Arbeiten mit dem Prototyp zeigen, dass das gewählte Architekturkonzept vielversprechend hinsichtlich Flexibilität und Performance ist. In diesem Prototyp kommt derzeit nur ein Anwendungsszenario zur Anwendung. In weiteren Schritten werden noch weitere Szenarien in dem Prototyp umgesetzt.

Zukünftige Arbeiten sollten die in Abschnitt 4.3 oben kritisch angesprochen Punkte weiter betrachten. Insbesondere die Nutzungsmöglichkeit von Data Mining gegebenenfalls durch vordefinierte Analyseansätze sollte untersucht werden. Weiterhin ist zu prüfen, in wie weit ETL-Prozesse mit raumbezogenen Daten für vordefinierte Anwendungsfälle vereinfacht werden können. Die Visualisierung insbesondere auf der Karte ist noch nicht erschöpfend betrachtet. Die Nutzbarkeit von weiteren Darstellungsmöglichkeiten ist zu untersuchen.

Das Projekt endete Ende 2011; zu diesem Zeitpunkt lag ein stabiler Prototyp vor, der die Basis für eine spätere Verwertung im Gesundheitsmarkt bildet.

## 6 Literatur

- [1] Bisgesund (2011). <http://www.bisgesund.de/> Abgerufen am 14. Dezember 2011.
- [2] Boulos, M. K., Warren, J., Gong, J., Yue, P. (2010). Web GIS in practice VIII: HTML5 and the canvas element for interactive online mapping", International Journal of Health Geographics, Vol. 9, No. 1.
- [3] Böhm, K., Mehler-Bicher, A., Fenchel, D. (2011). GeoVisualAnalytics in the Public Health Sector. In: Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services (ICSDM), 2011 IEEE International Conference on Issue, June 29 2011–July 1 2011 pp. 291-294.
- [4] Chamoni, P., Gluchowski, P. (2004). Integrationstrends bei Business-Intelligence-Systemen – Empirische Untersuchung auf Basis des Business Intelligence Maturity Model, Wirtschaftsinformatik 46 (2004) 2, S. 119-128.
- [5] Eichar, J. (2011) The Intersection of Geospatial and Business Intelligence, Presentation at FOSS4G2011. <http://foss4g.org/drupal/content/intersection-geospatial-and-business-intelligence>. Abgerufen am 15. Dezember 2011.
- [6] Feix, C. (2007). Bedeutung von 'Geo-Business Intelligence' und Geomarketing zur Entscheidungsunterstützung unternehmerischer Planungsprozesse im Kontext wirtschaftlicher Liberalisierung, FU-Berlin, [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000003334](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000003334). Abgerufen am 12. September 2011.
- [7] Fisher, D. (2007). Hotmap. Looking at Geographic Attention, [http://research.microsoft.com/pubs/69446/fisher\\_infovis\\_hotmap.pdf](http://research.microsoft.com/pubs/69446/fisher_infovis_hotmap.pdf). Abgerufen am 12. September 2011.
- [8] Fraunhofer (2007). [http://www.iuk.fraunhofer.de/index2.html?Dok\\_ID=74&Sp=1&MID=1281&PHPSESSID=10f90dbc635eafd39a868b565e4067ed](http://www.iuk.fraunhofer.de/index2.html?Dok_ID=74&Sp=1&MID=1281&PHPSESSID=10f90dbc635eafd39a868b565e4067ed). Abgerufen am 16. August 2011.
- [9] Fritsch, W., Wilms, J.: Business Intelligence: Wer richtig auswählt, spart Zeit und Geld, <http://www.crn.de/software/artikel-84671-3.html>, Abgerufen am 14. Dezember 2011.
- [10] Geosoa (2011). [http://geo-soa.scg.ulaval.ca/en/index.php?module=pagemaster&PAGE\\_user\\_op=view\\_page&PAGE\\_id=19](http://geo-soa.scg.ulaval.ca/en/index.php?module=pagemaster&PAGE_user_op=view_page&PAGE_id=19). Abgerufen am 6. September 2011.
- [11] Gluchowski, P., Gabriel, R., Dittmar, C. (2008) Management Support Systeme und Business Intelligence. Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte, 2. Auflage, Springer, Heidelberg.
- [12] Gluchowski, P., Schieder, C. (2009) Open Source Business Intelligence: Acht quelloffene Werkzeuge für Reporting, OLAP und Data Mining im Vergleich, BARC, ISBN 978-3-937818-41-2.
- [13] IT Novum (2009). Open Source Business Intelligence: Ein Vergleich der Open Source BI Lösungen JasperSoft, Pala und Pentaho, <http://www.it-novum.com/download/downloads/whitepaper-open-source-business-intelligence.html> Abgerufen am 15. Dezember 2011.
- [14] IT Wissen (2011): Widget Definition, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Widget-widget.html> Abgerufen am 16. Dezember 2011.

- [15] Jaspersoft. (2009). RightScale Joins Forces with Jaspersoft, Talend and Vertica to Deliver Complete Business Intelligence on the Cloud. <http://www.jaspersoft.com/press/rightscale-joins-forces-with-jaspersoft-talend-and-vertica-deliver-complete-business-intelligence>. Abgerufen am 12. September 2011.
- [16] Jaspersoft. (2011). <http://www.jaspersoft.com>. Abgerufen am 12. September 2011.
- [17] Jern, M., Thygesen, L., Brezzi, M. (2009). A Web-enabled Geovisual Analytics Tool applied to OECD Regional Data. In: Reviewed Proceedings in Eurographics 2009, München.
- [18] Kemper, H.-G., Mehanna, W., Unger, C. (2006). Business Intelligence: Grundlagen und praktische Anwendungen, 2. Auflage, Vieweg, Wiesbaden.
- [19] Kohlstock, P. (2010). Kartographie– eine Einführung, UTB, Stuttgart. 2. Aufl., März 2010.
- [20] Kraak, M.-J. (2007). <http://www.itc.nl/personal/kraak/publications/2007/2007-xian-Geo-visual%20Analytics-autumn.pdf> Abgerufen am 12. September 2011.
- [21] Palo. (2011). <http://www.palo.net/en>. Abgerufen am 12. September.
- [22] Pentaho. (2011). <http://www.pentaho.com>. Abgerufen am 12. September 2011.
- [23] Supercharged JavaScript Graphics: with HTML5 Canvas, SVG, JQuery, and More. (2011) O'Reilly Media.
- [24] Tomaszewski, B. (2009). Emerging Applications and Challenges for Geovisual Analytics Research, <http://rc.rit.edu/docs/rcss-tomas-presentation.pdf> Abgerufen am 6. September 2011.
- [25] Weckbecker, A. (2010) Geovisual Analytics. Visualisierungstechniken, Einsatzgebiete und Beispiele in Online-Anwendungen, VDM Verlag Dr. Müller.



# Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme: Klassifikation bestehender Ansätze

**Michael Kolb**

Wissenschaftliches Institut für Hochschulsoftware der Universität Bamberg (ihb),  
96045 Bamberg, E-Mail: michael.kolb@ceushb.uni-bamberg.de

## Abstract

Der Informationswert von Geschäftsdaten in Analytischen Informationssystemen lässt sich durch eine Integration von Geodaten erheblich steigern. In den letzten Jahren entstanden aus diesem Grund vermehrt interdisziplinäre Forschungsbeiträge und Prototypen zur gemeinsamen Analyse von Geschäftsdaten und Geodaten. Momentan existiert jedoch keine geeignete Klassifikation um bestehende und neue Forschungsbeiträge einordnen zu können. In diesem Beitrag werden bestehende Ansätze anhand eines idealtypischen Aufbaus Analytischer Informationssysteme charakterisiert. Nach der Charakterisierung werden durch eine Klassifikation mehrere Varianten für die Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme abgeleitet. Die Unterschiede der Varianten werden abschließend anhand eines Vergleichsrahmens dargestellt.

## 1 Einleitung

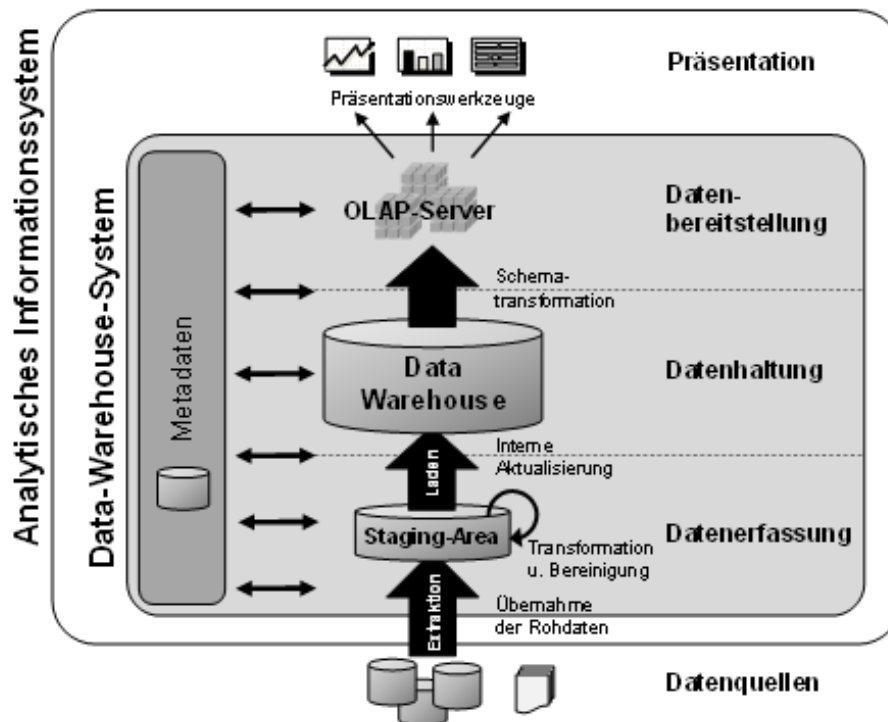
Die Fach- und Führungskräfte einer Organisation sind auf eine umfassende Versorgung mit Informationen angewiesen, um erfolgsrelevante Entscheidungen für ihre Organisation treffen zu können. Analytische Informationssysteme (AIS) besitzen als Anwendungssysteme zur Versorgung von Fach- und Führungskräften mit entscheidungsrelevanten Informationen daher eine große Bedeutung [6]. In den letzten Jahren wurde erkannt, dass Geodaten ein erhebliches Potential für Visualisierungs- und Analysezwecke innerhalb Analytischer Informationssysteme besitzen und einen großen Beitrag zur umfassenden Informationsversorgung der Fach- und Führungskräfte leisten [17]. Durch die Kombination von Karten mit Tabellen oder Diagrammen lassen sich oft neue Erkenntnisse gewinnen und komplexe Zusammenhänge erkennen [4]. Der Informationswert von alphanumerischen Daten über Umsätze, Kosten, Produkte etc. (im weiteren Verlauf als konventionelle Geschäftsdaten bezeichnet) lässt sich durch die „Anreicherung“ mit Geodaten steigern [1]. Während bisher geografische Informationen wie Adressdaten, Postleitzahlen und Gebiets- oder Ortsbezeichnungen zu Analysezwecken oft nur in textueller, beschreibender Form verwendet wurden, sind zunehmend auch die korrespondierenden Geodaten wichtiger Bestandteil von Analytischen Informationssystemen. Dies hängt zum einen mit dem stetig wachsenden Angebot an qualitativ hochwertigen und zum Teil frei verfügbaren Geodatenbeständen zusammen. Organisationen sind nicht mehr darauf angewiesen eigene Geodatenbestände zu erfassen und zu pflegen, sondern können externe Datendienste in Anspruch nehmen.

Zum anderen unterstützen heute zahlreiche Datenbankmanagementsysteme (DBMS) den Umgang mit Geodaten und bieten Funktionen zu deren Bearbeitung an (z. B. PostgreSQL mit PostGIS oder Oracle mit Oracle Spatial). Mittlerweile existieren zahlreiche Ansätze, welche die Funktionen von Online-Analytical-Processing (OLAP) Systemen mit den Funktionen von Geografischen Informationssystemen (GIS) vermischen und somit die Verarbeitung von Geodaten in Analytischen Informationssystemen ermöglichen (vgl. Abschnitt 3). Die propagierten Ansätze behandeln meist detaillierte Problemstellungen und prototypische Implementierungen. Dies liegt vor allem daran, dass Analytische Informationssysteme oft stark auf einen spezifischen Einsatzbereich oder eine bestimmte Domäne ausgerichtet sind und meist einzelfallabhängig konzipiert werden müssen [11]. Trotz der Vielfalt an bestehenden Forschungsbeiträgen und Prototypen zur Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme existiert in der Literatur keine geeignete Klassifikation der unterschiedlichen Ansätze. Eine Klassifikation erlaubt die Einteilung bestehender und neuer Ansätze in Klassen (im weiteren Verlauf als „Integrationsvarianten“ oder kurz „Varianten“ bezeichnet), wodurch die Komplexität des Themenfeldes reduziert wird. Dadurch erhalten Projektverantwortliche für die Erweiterung bestehender Analytischer Informationssysteme um die Nutzung von Geodaten bzw. für den Aufbau neuer Analytischer Informationssysteme mit integrierter Geodatennutzung eine Hilfestellung bei der Auswahl einer geeigneten Integrationsstrategie. Als Grundlage für eine Klassifikation wird in diesem Beitrag eine Charakterisierung bestehender Forschungsansätze anhand eines idealtypischen Aufbaus Analytischer Informationssysteme vorgenommen. Nach der Charakterisierung werden durch eine Klassifikation die Integrationsvarianten identifiziert. Die Varianten werden anschließend anhand eines Vergleichsrahmens gegenübergestellt. Dieser Vergleichsrahmen ermöglicht einen übersichtlichen und strukturierten Zugang zu den Unterschieden der Varianten.

## 2 Analytische Informationssysteme und Geodaten

Zunächst werden die zentralen Begriffe „Analytische Informationssysteme“ und „Geodaten“ erläutert und hinsichtlich der Verwendung in diesem Beitrag abgegrenzt. Unter dem Begriff „Analytische Informationssysteme“ lassen sich Konzepte wie „Data-Warehouse“ (DWH), „Business-Intelligence“, „OLAP“ oder „Data-Mining“ zusammenfassen [6]. Data-Warehouse-Systeme (DWH-Systeme) etablierten sich als Komponente zur Datenhaltung für Analytische Informationssysteme. Sie versorgen die Entscheidungsträger mit vereinheitlichten und historisierten Daten aus organisationsinternen und -externen Quellsystemen und ermöglichen die Analyse des Datenbestandes durch OLAP-Funktionen. Ein idealtypischer Aufbau eines DWH-Systems besteht aus den Ebenen zur Datenerfassung, Datenhaltung und Datenbereitstellung [20]. In der Datenerfassungsebene findet der ETL-Prozess (Extraktion, Transformation, Laden) statt. Die Datenhaltungsebene beinhaltet das eigentliche Data-Warehouse. Die Funktionen der Datenbereitstellungsebene liefern den Datenbestand in multidimensionalen Strukturen für die Präsentationswerkzeuge. Die dem DWH-System nachgelagerte Präsentationsebene und die vorgelagerte Ebene der Datenquellen sind nicht Bestandteil des DWH-Systems. Bezüglich des vorgestellten idealtypischen Aufbaus eines DWH-Systems wird im Folgenden ein DWH-System zusammen mit der Präsentationsebene als Analytisches Informationssystem bezeichnet (vgl. Bild 1).





**Bild 1:** Idealtypischer Aufbau eines AIS (in Anlehnung an [20])

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob auch Geografische Informationssysteme (ggf. erweitert um OLAP-Funktionen) als Analytische Informationssysteme bezeichnet werden können. Geografische Informationssysteme besitzen zwar Analysefunktionen, werden aber aufgrund ihrer Transaktionsorientierung den operativen Systemen zugeordnet [4]. Im Gegensatz dazu steht bei Analytischen Informationssystemen „die Informationsversorgung und funktionale Unterstützung betrieblicher Fach- und Führungskräfte zu Analysezwecken im Vordergrund“ [6]. Deshalb wird in diesem Beitrag eine Erweiterung der operativen Geografischen Informationssysteme um OLAP-Funktionen nicht betrachtet. Die Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme bezieht sich ausschließlich auf den idealtypischen Aufbau eines Analytischen Informationssystems (Bild 1). Dies schließt jedoch eine Verwendung von GIS als Präsentationswerkzeuge in der Präsentationsebene nicht aus.

Nach der Definition und Abgrenzung des Begriffs „Analytisches Informationssystem“ wird der Begriff „Geodaten“ beschrieben. Geodaten (engl. Spatial-Data) sind „Daten über Gegenstände, Geländeformen und Infrastrukturen an der Erdoberfläche, wobei als wesentliches Element ein Raumbezug vorliegen muss“ [16]. Neben textuellen, beschreibenden Attributen müssen Geodaten daher auch Attribute besitzen, die deren Verortung erlauben. Diese Verortung erfolgt durch die Angabe von Koordinaten innerhalb eines bestimmten Koordinatensystems. Die von Geodaten beschriebenen Objekte der Erdoberfläche werden als Geoobjekte bezeichnet. Die Eigenschaften von Geoobjekten lassen sich in die Kategorien geometrische, topologische, thematische, dynamische und dimensionale Eigenschaften einteilen [13]. Die *geometrischen Eigenschaften* beschreiben durch Koordinaten eines bestimmten räumlichen Bezugssystems die Lage und Ausdehnung von Geoobjekten. *Topologische Eigenschaften* beschreiben die Beziehungen von Geoobjekten untereinander. Topologische Beziehungen gelten unabhängig der Geometrie. Liegt beispielsweise für zwei Flächen die topologische Eigenschaft der Nachbarschaft vor, so gilt diese Eigenschaft unabhängig der geometrischen Ausprägung oder des

Raumbezugs der beiden Flächen. Die *thematischen Eigenschaften* beschreiben die Attribute des Geoobjekts. Zu einer Ortsteilfläche kann z. B. die Postleitzahl als Attribut angegeben werden. Durch Attribute kann ein Geoobjekt unterschiedlichen thematischen Ebenen zugeordnet werden. Zum Beispiel kann eine Linie gleichzeitig als Geoobjekt „Staatsgrenze“ und auch als Geoobjekt „Bundeslandgrenze“ verwaltet werden. Die *dynamischen Eigenschaften* von Geoobjekten beschreiben deren zeitliche Variabilität. Diese Variabilität gilt sowohl für die geometrischen, topologischen als auch für die thematischen Eigenschaften. Landkreise können sich z. B. im Zeitverlauf in ihrer Größe ändern (geometrische Eigenschaft) oder neue Nachbargebiete erhalten (topologische Eigenschaft). Durch zeitliche Änderungen der beschreibenden Attribute der Landkreisgebiete (z. B. Einwohnerzahl) ändern sich deren thematische Eigenschaften. Auch die *dimensionalen Eigenschaften* von Geoobjekten stehen in direkter Verbindung mit den anderen Eigenschaften des Geoobjektes. Beispielsweise ist die geometrische Darstellung durch zwei- oder dreidimensionale Koordinaten möglich. Die Anzahl der beschreibenden Attribute eines Geoobjekts kennzeichnet dessen thematische Dimension.

### 3 Klassifikation der Ansätze zur Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme

Als Grundlage für die Klassifikation werden relevante Forschungsbeiträge anhand einer Literaturrecherche in einschlägigen Literaturdatenbanken<sup>1</sup> ermittelt. Geeignete Schlagwörter für die Recherche werden aus den Untersuchungsobjekten „Geodaten“ und „Analytische Informationssysteme“ des Beitrags abgeleitet. Unter dem Begriff „Analytische Informationssysteme“ lassen sich Konzepte wie „Data-Warehouse“ oder „Business-Intelligence“ zusammenfassen [6]. Die Konzeptbegriffe „Data-Warehouse“ bzw. „Business-Intelligence“ sowie der Begriff „Geodaten“ werden zu den Schlagwörtern „Geo-Data-Warehouse“ und „Geo-Business-Intelligence“ kombiniert. Anhand dieser Schlagwörter (unter Verwendung entsprechender Synonyme und Übersetzungen, wie z. B. „Spatial-Data-Warehouse“) wird die Literaturrecherche im Abstract und Titel bestehender Publikationen durchgeführt. Nach positiver Relevanzbewertung des Abstracts erfolgt die inhaltliche Prüfung des Beitrags. Bei fehlender Relevanz wird der Beitrag aus der Ergebnismenge ausgeschlossen. Dies gilt z. B. für Beiträge, die keine Erkenntnisse zur Integration von Geodaten und konventionellen Geschäftsdaten vermitteln (z. B. bei einer Diskussion von ausschließlich Geodaten in einem Spatial-Data-Warehouse) oder für Beiträge, die nur einen Teilbereich des Analytischen Informationssystems abdecken (z. B. Behandlung von ausschließlich konzeptueller Modellierung von Spatial-DWH-Systemen). Da aus den Open-Source-Projekten von *Spatialytics.org* ein erster kommerzieller Spatial-OLAP-Server entstanden ist, werden zusätzlich zu den wissenschaftlichen Publikationen noch die Beiträge von [2] und [3] aufgrund ihrer Relevanz für die Praxis in die Ergebnismenge aufgenommen.

Neben der Datenintegration (Ebene der Datenerfassung und Datenhaltung) ist zur gemeinsamen Analyse der Geodaten zusammen mit den konventionellen Geschäftsdaten auch eine Funktionsintegration von OLAP- und GIS-Funktionen nötig (Ebene der Datenbereitstellung und Präsentation). Die Merkmale Datenerfassung (E), Datenhaltung (H), Datenbereitstellung (B) und Präsentation (P) erscheinen als geeignet, um bestehende Ansätze zu charakterisieren, da zum

<sup>1</sup> ACM Digital Library, CiteSeer, DBLP Computer Science Bibliography, EBSCOhost, IEEE Explore, OPAC der Universitätsbibliothek, ScienceDirect, SpringerLink und Web of Knowledge.

einen der Startpunkt der Datenintegration und zum anderen der Umfang der Funktionsintegration identifiziert und beschrieben werden kann (vgl. Tabelle 1). Bei der Charakterisierung der Datenerfassung wird nicht nach organisationsinternen und -externen Geodatenquellen unterschieden: „An effective enterprise information management strategy must take into account both internal and external data” [15].

Untersuchter Ansatz	Charakterisierung nach Merkmalen der Datenerfassung (E), Datenhaltung (H), Datenbereitstellung (B) und Präsentation (P)
Badard, T (2010) [2] und Badard, T; Dubé, E (2009) [3]	<b>E:</b> Integrierte Extraktion und Transformation von konventionellen Geschäftsdaten und Geodaten. <b>H:</b> Verwaltung von Geodaten zusammen mit den konventionellen Geschäftsdaten in integrierten multidimensionalen Strukturen im DWH. <b>B:</b> Spatial-OLAP-Server ermöglicht die Bereitstellung multidimensionaler Daten durch um Spatial-Funktionen erweiterte MDX (Multidimensional Expressions) Anfragen. <b>P:</b> Integration einer Kartografiekomponente zur Darstellung der geografischen Anfrageergebnisse und Nutzerinteraktion zusammen mit Tabellen oder Diagrammen in Dashboards.
Bimonte, S; Wehrle, P; Tchounikine, A; Miquel, M (2006) [5]	<b>E:</b> Transformation verschiedener Geodatenformate in ein einheitliches Format. <b>H:</b> Verwaltung von Geodaten (nur für Kennzahlen) zusammen mit den konventionellen Geschäftsdaten in integrierten multidimensionalen Strukturen im DWH. <b>B:</b> Aggregation von Spatial-Kennzahlen durch benutzerdefinierte Funktionen im Datenbank- und OLAP-Server. <b>P:</b> Integration eines OLAP- und GIS-Web-Clients zu einer Benutzerschnittstelle in der Präsentationsebene.
Escribano, A; Gomez, LI; Kuijpers, B; Vaisman, AA (2007) [8]	<b>E/H:</b> Laden und Verwalten eines GIS-Datenbestandteils (Geodaten) und OLAP-Datenbestandteils (konventionelle Geschäftsdaten) in einem gemeinsamen DWH. <b>H:</b> Beziehungstabellen ermöglichen die Zuordnung von Geobjekten aus einer GIS-Dimension zu den entsprechenden Instanzen einer Dimension der konventionellen Geschäftsdaten über gemeinsame Objekt-IDs. <b>B:</b> Kombination von OLAP- und GIS-Anfragen in einer gemeinsamen Anfrage. Eine Anfrage besteht aus einem GIS- (SQL-ähnliche Anfrage mit geometrischen Operationen) und einem OLAP-Teil (MDX-Anfrage).
Healey, RG; Delve, J (2007) [9]	<b>E:</b> Transformation verschiedener Geodatenformate in ein einheitliches Format und Bereinigung der Geodaten. <b>H:</b> Verwaltung von Geodaten zusammen mit den konventionellen Geschäftsdaten in integrierten multidimensionalen Strukturen im DWH. <b>B:</b> In einem relationalem OLAP-Server werden SQL-Anfragen um Spatial-Funktionen, z. B. zur Abfrage von topologischen Beziehungen, erweitert. <b>P:</b> Visualisierung der Geodaten für eine Anfrage mittels Scalable-Vector-Graphics (SVG). Die SVG werden on-the-fly aus den Geodaten des Data-Warehouse gemäß der Anfrage erzeugt.
Hermisdörfer, D (2005) [10]	<b>H:</b> Getrennt von einem Business-Data-Warehouse für die konventionellen Geschäftsdaten in multidimensionalen Strukturen existiert ein Spatial-Data-Warehouse für die Geodaten. <b>B:</b> Integration der separat bereitgestellten Daten von Spatial-Data- und Business-Data-Warehouse über Informationen zum gemeinsamen Raumbezug (z. B. Adressen, Gebietsschlüssel oder geografische Namen). <b>P:</b> Verwaltung und Analyse der Geodaten im Spatial-Data-Warehouse mittels GIS. Analyse des Business-Data-Warehouse durch eine Business-Intelligence-Plattform. Integrierte Analyse der Daten aus beiden Systemen mit Hilfe eines Semantic-Data-Dictionary (Integration über gemeinsamen Raumbezug).

<p>Kouba, Z; Matoušek, K; Mikšovský, P (2000) [12]</p>	<p><b>H:</b> Verwaltung der konventionellen Geschäftsdaten in multidimensionalen Strukturen in einem Data-Warehouse-System. Verwaltung der Geodaten getrennt vom Data-Warehouse in einem GIS.</p> <p><b>B:</b> Bereitstellung der konventionellen Geschäftsdaten durch einen OLAP-Server. Integration der Geodaten aufgrund einer Taxonomie für die Geoobjekte im GIS und korrespondierenden Begriffen der Geografie-Dimension im Data-Warehouse (Verbindung auf Schema- und Instanzebene möglich; keine Unterstützung für Spatial-Kennzahlen).</p> <p><b>P:</b> Integration von GIS- und OLAP-Subsystemen über ein Integrationsmodul zu einem Gesamtsystem.</p>
<p>di Martino, S; Bimonte, S; Bertolotto, M; Ferrucci, F (2009) [14]</p>	<p><b>H:</b> Getrennte Verwaltung der konventionellen Geschäftsdaten und der Geodaten.</p> <p><b>B:</b> Integration der durch einen OLAP-Server bereitgestellten konventionellen Geschäftsdaten mit den Geodaten mittels einer Anwendungskomponente zwischen Präsentations- und Datenbereitstellungsebene zur integrierten Analyse der Daten.</p> <p><b>P:</b> Visualisierung der Geodaten in einem Geobrowser (z. B. Google Earth™). Bereitstellung der OLAP-Funktionen durch ein webbasiertes OLAP-Tool.</p>
<p>Rivest, S; Bédard, Y; Marchand, P (2001) [17]</p>	<p><b>H:</b> Realisierung einer getrennten Datenhaltung durch eine multidimensionale Datenbank für die konventionellen Geschäftsdaten und ein GIS für die Geodaten.</p> <p><b>B:</b> Spatial-OLAP-Server integriert ein GIS (zur Verwaltung der Geodaten und zur Bereitstellung der GIS-Funktionen) mit einem OLAP-Server (zur Bereitstellung der OLAP-Funktionen für die konventionellen Geschäftsdaten).</p> <p><b>P:</b> Spatial-OLAP-Client integriert ein GIS und einen OLAP-Client zur Präsentation der Geodaten und konventionellen Geschäftsdaten.</p>
<p>Sampaio, MC; de Sousa, AG; Baptista, CdS (2006) [18]</p>	<p><b>H:</b> Aufbau eines Spatial-Data-Cube als Spatial-objektrelationales-Star-Schema (Spatial-OR-Star-Schema) in einem objektrelationalen DBMS (mit Unterstützung für Geodaten). Gemeinsame Abbildung von konventionellen Geschäftsdaten und Geodaten als Kennzahlen, Dimensionen, Attribute, Hierarchien und Hierarchieebenen im Spatial-OR-Star-Schema.</p> <p><b>B:</b> Realisierung von Spatial-OLAP-Anfragen auf das Spatial-OR-Star-Schema durch SQL-Anfragen erweitert um Spatial-Operatoren des objektrelationalen DBMS.</p>
<p>da Silva, J; Times, VC; Salgado, AC (2006) [19]</p>	<p><b>E:</b> Realisierung des ETL-Prozesses für konventionelle Geschäftsdaten und Geodaten durch SQL-Skripte in einem objektrelationalen DBMS (mit Unterstützung für Geodaten).</p> <p><b>H:</b> Gemeinsame Datenhaltung der konventionellen Geschäftsdaten und Geodaten in einem geografischen Data-Warehouse (GDW; DBMS mit Unterstützung für Geodaten). Geodaten liegen im GDW in normalisierter Form vor und werden den entsprechenden konventionellen Geschäftsdaten in den multidimensionalen Strukturen über gemeinsame Objekt-IDs zugeordnet.</p> <p><b>B:</b> Eine multidimensionale Abfragesprache GeoMDQL ermöglicht die Verarbeitung von MDX-Anfragen (mit/ohne geografischen Funktionen) an das GDW.</p> <p><b>P:</b> Gemeinsame Präsentation der Anfrageergebnisse in einem OLAP-Client durch Tabellen-, Diagramm- und/oder Kartendarstellung.</p>
<p>Stefanovic, N; Han, J; Koperski, K (2000) [21]</p>	<p><b>H:</b> Gemeinsame Anordnung der konventionellen Geschäftsdaten und Geodaten in einem Star-Schema (Spatial-Data-Cube). Spatial-Kennzahlen bestehen aus einer Menge von Objektreferenzen auf Geoobjekte, die mit einer räumlichen Aggregationsoperation verarbeitet werden.</p> <p><b>B:</b> Roll-up und Drill-down stellen aufwändige OLAP-Operationen auf einem Spatial-Data-Cube dar. Zur Vermeidung von kostenintensiven Ad-hoc OLAP-Operationen werden Methoden zur selektiven Materialisierung von aggregierbaren Geoobjekten in Spatial-Data-Cubes vorgeschlagen.</p>

**Tabelle 1: Charakterisierung von Forschungsbeiträgen zur Integration von Geodaten in AIS**

Aus den Ergebnissen der Charakterisierung ist erkennbar, dass ein wesentlicher Unterschied in der Art und Weise der Datenhaltung von Geodaten und konventionellen Geschäftsdaten liegt. Während die konventionellen Geschäftsdaten in den Beispielen stets in einem Data-Warehouse gespeichert werden, erfolgt die Verwaltung der Geodaten zum Teil in Geografischen Informationssystemen oder Geodatenbanken außerhalb des DWH-Systems ([10], [12], [14] und [17]). Demgegenüber steht eine gemeinsame Verwaltung der konventionellen Geschäftsdaten zusammen mit den Geodaten im DWH-System ([2], [3], [5], [8], [9], [18], [19] und [21]). Diese Trennung bzw. Zusammenführung der Daten hat folglich auch Einfluss auf die Datenbereitstellung und Präsentation zu Analysezwecken. Bei einer Datenhaltung der Geodaten außerhalb des DWH-Systems verfolgen die untersuchten Ansätze verschiedene Techniken, um eine gemeinsame Analyse in der Präsentationsebene zu ermöglichen. Zum Beispiel werden die Anfrageergebnisse des OLAP-Servers mit Geodaten in einem Geobrowser [14] oder Geografischen Informationssystem [12] in der Präsentationsebene zusammengeführt. Bei Ansätzen mit Geodaten in den multidimensionalen Datenstrukturen eines Data-Warehouse erfolgt diese Zusammenführung schon beim Aufbau der Anfrage für einen Spatial-OLAP-Server (z. B. durch eine erweiterte MDX-Anfrage) ([2], [3] und [19]). Zusammenfassend kann die DWH-interne bzw. DWH-externe Geodatenhaltung als Klassifikationsmerkmal „Geodatenhaltung“ identifiziert werden.

Bei der gemeinsamen Verwaltung der konventionellen Geschäftsdaten zusammen mit den Geodaten im DWH-System liegt ein weiterer markanter Unterschied vor. Hier kann eine Abgrenzung dahingehend getroffen werden, ob die Geodaten einen ETL-Prozess durchlaufen oder nicht. Der ETL-Prozess der Geodaten wird in der Mehrzahl der untersuchten Beiträge recht oberflächlich betrachtet. Nur [2], [3], [9] und [19] berücksichtigen in ihren Prototypen einen ETL-Prozess mit Funktionen zur Geodatenverarbeitung. Die anderen Ansätze laden lediglich die Geodaten, zum Teil mit einer Transformation in ein einheitliches Datenformat [5], in das Data-Warehouse. Die notwendigen einheitlichen Objektschlüssel (z. B. Gebietsschlüssel, Adressdaten oder geographische Namen) zur Verknüpfung mit den konventionellen Geschäftsdaten müssen in diesen Fällen bereits korrekt vorliegen. Zusammenfassend kann die Durchführung eines ETL-Prozesses für Geodaten als Klassifikationsmerkmal „ETL-Prozess“ identifiziert werden.

Mit den ermittelten Klassifikationsmerkmalen „Geodatenhaltung“ und „ETL-Prozess“ werden folgende drei Integrationsvarianten (Klassen) ermittelt, in die bestehende und neue Forschungsansätze eingeteilt werden können:

- Die Geodaten durchlaufen die Datenerfassungsebene (den ETL-Prozess) und werden in der Datenhaltungsebene des DWH-Systems zusammen mit den konventionellen Geschäftsdaten verwaltet und durch den OLAP-Server bereitgestellt (vgl. I in Bild 2). Diese Variante I wird im weiteren Verlauf als **Integration von Geodaten ab der Datenerfassungsebene** bezeichnet.
- Die Geodaten werden den konventionellen Geschäftsdaten in der Datenhaltungsebene des DWH-Systems zugeordnet, d.h. sie erfahren keine Transformationen und Bereinigungen im Rahmen des ETL-Prozess. Die Geodaten werden in die Datenhaltungsebene geladen, zusammen mit den konventionellen Geschäftsdaten verwaltet und durch den OLAP-Server bereitgestellt (vgl. II in Bild 2). Diese Variante II wird im weiteren Verlauf als **Integration von Geodaten ab der Datenhaltungsebene** bezeichnet.

- Die Geodaten werden erst in der Präsentationsebene den bereitgestellten konventionellen Geschäftsdaten des DWH-Systems zugeordnet. Die Geodaten durchlaufen nicht den ETL-Prozess, werden nicht in der Datenhaltungsebene des DWH-Systems verwaltet und auch nicht durch den OLAP-Server bereitgestellt (vgl. III in Bild 2). Diese Variante III wird im weiteren Verlauf als **Integration von Geodaten ab der Präsentationsebene** bezeichnet.

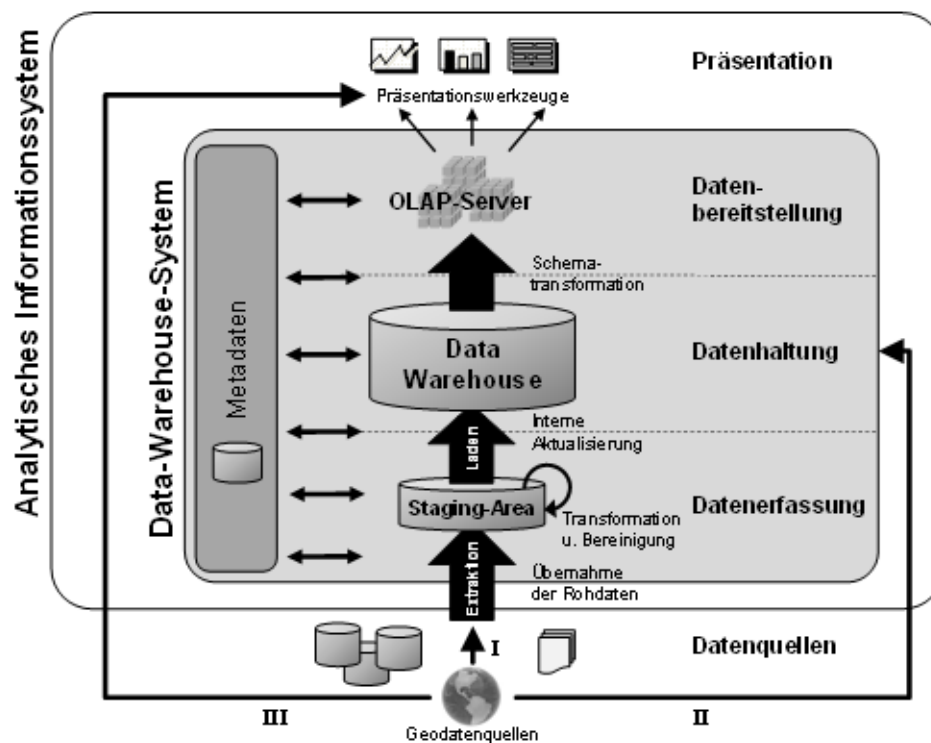


Bild 2: Varianten zur Integration von Geodaten in AIS (in Anlehnung an [20])

#### 4 Vergleich der Varianten zur Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme

Für den Vergleich der Integrationsvarianten I, II und III werden exemplarisch einige Kriterien anhand des idealtypischen Aufbaus Analytischer Informationssysteme [20] und der obigen Charakterisierung bestehender Ansätze ausgewählt. Dabei werden nur Kriterien gewählt, die eine Bedeutung für die Datenintegration von Geodaten in Analytische Informationssysteme und eine Bedeutung für die OLAP-GIS-Funktionsintegration besitzen. Die Kriterien werden in die Kategorien Datenerfassung, Datenhaltung, Datenbereitstellung und Präsentation eingeteilt. Um den Evolutionsstand der Varianten vergleichen zu können, werden noch Kriterien zur Praxis-tauglichkeit und zum Realisierungsaufwand ergänzt. Der Vergleichsrahmen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Er erlaubt jedoch eine strukturierte Gegenüberstellung der Varianten anhand markanter Unterschiede. In der nachfolgenden Tabelle wird das Ergebnis des Vergleichs der Integrationsvarianten dargestellt. Bei den Kriterien wird geprüft, ob diese für die Varianten I, II und III erfüllbar, zum Teil erfüllbar oder nicht erfüllbar sind. Im Anschluss an die Tabelle wird die Gegenüberstellung anhand der einzelnen Kriterien im Detail erläutert.

Kategorie	Kriterium	Variante		
		I	II	III
Datenerfassung	Unterstützung mehrerer Geodatenquellen und -formate	✓	(✓)	(✓)
	Syntaktische u. semantische Bereinigung der Geodaten	✓	–	–
Datenhaltung	Integrierte Historisierung und Versionierung	✓	(✓)	–
	Zentrale Datenhaltung (Single-Point-of-Truth)	✓	✓	–
	Effiziente Verwaltung großer Geodatenbestände	✓	✓	–
Datenbereitstellung	Integrierte, multidimensionale Datenstrukturen	✓	✓	–
	Einsatz eines Spatial-OLAP-Servers	✓	✓	–
	Maßnahmen zur Steigerung der Anfrageperformance	✓	✓	(✓)
Präsentation	Visualisierung von Kennzahlen anhand Geodaten	✓	✓	✓
	Kombination von OLAP-Funktionen mit GIS-Funktionen	✓	✓	(✓)
Reifegrad	Praxistauglich	(✓)	(✓)	✓
	Forschungsbedarf	✓	✓	✓
Realisierung	Niedriger Komplexitätsgrad bei der Realisierung	–	–	✓
	Geeignet für Erweiterung bestehender Systeme	(✓)	(✓)	✓

Legende: ✓ = Kriterium erfüllbar, (✓) = Kriterium zum Teil erfüllbar, – = Kriterium nicht erfüllbar

**Tabelle 2: Gegenüberstellung der Integrationsvarianten anhand eines Vergleichsrahmens**

Datenerfassung: Für eine umfassende Informationsversorgung von Entscheidungsträgern müssen in einem Analytischen Informationssystem meist mehrere organisationsinterne und -externe Datenquellen berücksichtigt werden. Durch die Existenz zahlreicher, zum Teil proprietärer Geodatenformate (z. B. ESRI Shape-File oder MapInfo-Interchange-Format) und Geodienste (z. B. Web-Feature-Service) ist eine *Unterstützung mehrerer Geodatenquellen und -formate* von großer Bedeutung. Durch den ETL-Prozess besteht bei der Variante I die Möglichkeit, die entsprechenden Schnittstellen für unterschiedliche Formate anzubieten und die Daten in ein einheitliches, internes Geodatenformat zu überführen. Bei den anderen beiden Varianten müssen die operativen Vorsysteme ein einheitliches Datenformat liefern. Die *syntaktische und semantische Bereinigung der extrahierten Geodaten* betrifft die geometrischen, topologischen, thematischen und dimensional Eigenschaften (vgl. Abschnitt 2) der durch Geodaten beschriebenen Geoobjekte. Mögliche Transformationsschritte sind beispielsweise die Überführung unterschiedlicher Raumbezugssysteme der Geodaten in ein gemeinsames Raumbezugssystem oder die Überprüfung und Korrektur der topologischen Eigenschaften der Geoobjekte. Ist aufgrund der Semantik der Anwendungsdomäne bekannt, dass sich Geoobjekte immer berühren müssen aber nie überlappen dürfen (z. B. bei administrativen Gebietsflächen), so müssen die topologischen Beziehungen überprüft und ggf. durch Anpassung der geometrischen Eigenschaft wiederhergestellt werden. Diese Aufgaben werden bei Variante I im ETL-Prozess durchgeführt. Bei den anderen beiden Varianten muss die syntaktische und semantische Korrektheit bereits in den operativen Vorsystemen vorliegen.

Datenhaltung: Durch eine *integrierte Historisierung und Versionierung* der Geodaten und konventionellen Geschäftsdaten werden zeitbezogene Datenbestände im Data-Warehouse aufgebaut. Je nach Historisierungsstrategie werden bei Änderungen der geometrischen, topologischen, thematischen und/oder dimensional Eigenschaften von Geoobjekten neue zeitbezogene Datenbestände erzeugt. Da bei Variante III die Geodaten getrennt von den konventionellen

Geschäftsdaten im Data-Warehouse vorgehalten werden, ist keine integrierte Historisierung und Versionierung möglich. Durch die getrennte Verwaltung der Datenbestände kann auch das Kriterium einer organisationsweiten zentralen Datenhaltung im Sinne eines *Single-Point-of-Truth* [11] bei Variante III im Gegensatz zu den anderen beiden Varianten nicht erfüllt werden. Geodatenbestände besitzen oft ein beträchtliches Datenvolumen. Durch Maßnahmen wie Indexvergabe oder materialisierte Sichten [21] kann bei den Varianten I und II eine *effiziente Verwaltung großer Geodatenbestände* im Data-Warehouse erreicht werden.

Datenbereitstellung: Eine *integrierte multidimensionale Datenstruktur* von konventionellen Geschäftsdaten und Geodaten (z. B. als Star- oder Snowflakeschema) sowie der *Einsatz eines Spatial-OLAP-Servers* sind nur bei Variante I und II mit einer gemeinsamen Verwaltung der Daten in einem Data-Warehouse erfüllbar. Ähnliches gilt für *Maßnahmen zur Steigerung der Anfrageperformance*. Bei der gemeinsamen Anfrage der Geodaten und konventionellen Geschäftsdaten können die Bestandteile des Anfragestatements optimiert ausgeführt werden. Ferner besteht die Möglichkeit, durch Caching-Funktionen des Spatial-OLAP-Servers die Anfrageperformance zu verbessern. Bei der Variante III müssen Maßnahmen zur Steigerung der Anfrageperformance sowohl bei der Bereitstellung der Geodaten als auch bei der Bereitstellung konventioneller Geschäftsdaten vorgesehen werden.

Präsentation: Eine *Visualisierung von Kennzahlen anhand Geodaten* ist bei allen drei Integrationsvarianten erfüllbar, sofern Geodaten und konventionelle Geschäftsdaten einander zugeordnet werden können (z. B. durch einheitliche Gebietsschlüssel). Zur *Kombination von OLAP-Funktionen mit GIS-Funktionen* ist bei der Variante III eine Synchronisation der einzelnen Nutzerinteraktionen erforderlich, da in der Regel verschiedene Präsentationswerkzeuge miteinander kombiniert werden. Zum Beispiel muss ein Drill-down in einer Kartenkomponente auch eine entsprechende Aktion in einem zugehörigen Bericht auslösen, et vice versa [4]. Ad-hoc-Analysen und eine erweiterte Integration von OLAP- und GIS-Funktionen sind mit Variante III nur mit großem Aufwand erfüllbar. Diese Anwendungsfälle erfordern ein mächtiges Präsentationswerkzeug für Geodaten (z. B. GIS) und eine hinreichende Interaktion mit den OLAP-Präsentationswerkzeugen.

Reifegrad: Für die Variante III existieren bereits mehrere kommerzielle Produkte. Diese Variante wird daher grundsätzlich als *praxistauglich* eingestuft. Zu den beiden anderen Varianten existieren nur wenige kommerzielle Entwicklungen. Insbesondere die Entwicklung eines praxistauglichen Spatial-OLAP-Servers mit entsprechenden Client-Anwendungen stellt eine große Herausforderung dar. Aktuell existiert nur ein kommerzieller Spatial-OLAP-Server, der aus einem Open-Source-Projekt hervorgegangen ist ([2] und [3]). Für alle drei Varianten ist zur sukzessiven Weiterentwicklung weiterhin *Forschungsbedarf* vorhanden.

Realisierung: Da bei den Varianten I und II ein Spatial-OLAP-Server, eine integrierte multidimensionale Datenhaltung und ggf. ein Spatial-ETL-Werkzeug erforderlich sind, liegt hier ein relativ hoher *Komplexitätsgrad zur Realisierung* vor. Demgegenüber steht eine relativ einfache Realisierung der Variante III, da eine Integration lediglich „außerhalb“ des DWH-Systems in der Präsentationsebene erfolgt. Aus diesem Grund eignet sich diese Variante auch besonders für die *Erweiterung bestehender Analytischer Informationssysteme*.



## 5 Fazit und Ausblick

In den letzten Jahren entstanden vermehrt Forschungsbeiträge und Prototypen zur Integration von Geodaten in Analytische Informationssysteme. Um die Komplexität dieses interdisziplinären Forschungsgebiets zu reduzieren, klassifiziert dieser Beitrag bestehende Forschungsansätze in die drei Varianten

- Integration von Geodaten ab der Datenerfassungsebene,
- Integration von Geodaten ab der Datenhaltungsebene und
- Integration von Geodaten ab der Präsentationsebene.

Durch diese Klassifikation können bestehende und zukünftige Ansätze den drei Integrationsvarianten zugeordnet werden. Aus der Klassifikation ergeben sich aber auch weitere neue Forschungsfragen. Zum Beispiel gilt es zu prüfen, wie ein konzeptueller Modellierungsansatz für DWH-Systeme gestaltet bzw. erweitert werden muss, um die einzelnen Integrationsvarianten zu unterstützen. Ferner bietet die Integration von Geodaten ab der Datenhaltungsebene ausreichend Potential für vielversprechende neue Ansätze. Zum Beispiel können Geodaten in multidimensionalen Strukturen über serviceorientierte Architekturen ausgetauscht werden. In diesem Bereich existieren bereits erste Vorschläge [7], deren Weiterentwicklung interessante zukünftige Forschungsaufgaben darstellen.

## 6 Literatur

- [1] Apel, D; Behme, W (2010): Datenintegration – Ein Prozess zur Verbesserung der Datenqualität. In: Chamoni, P; Gluchowski, P (Hrsg.), *Analytische Informationssysteme. Business-Intelligence-Technologien und –Anwendungen*. Springer, Berlin.
- [2] Badard, T (2010): Developing geospatial business intelligence solutions. <http://emag.geospatialtoday.com/Login.aspx?issue=issue24&page=35>. Abgerufen am 10.09.2011.
- [3] Badard, T; Dubé, E (2009): Enabling geospatial Business Intelligence. [http://geosoa.scg.ulaval.ca/~badard/article-tbadard-osbr\\_2009-long\\_version-enabling\\_geospatial\\_bi.pdf](http://geosoa.scg.ulaval.ca/~badard/article-tbadard-osbr_2009-long_version-enabling_geospatial_bi.pdf). Abgerufen am 10.09.2011.
- [4] Bédard, Y; Rivest, S; Proulx, MJ (2006): Spatial On-Line Analytical Processing (SOLAP): Concepts, Architectures and Solutions from a Geomatics Engineering Perspective. In: Wrembel, R; Koncilia, C (Hrsg.), *Data Warehouses and OLAP: Concepts, Architectures and Solutions*. IRM Press, Hershey.
- [5] Bimonte, S; Wehrle, P; Tchounikine A; Miquel M (2006): GeWolap: A Web Based Spatial OLAP Proposal. In: Meersman, R; Tari, Z; Herrero, P (Hrsg.), *On the Move to Meaningful Internet Systems 2006: OTM 2006 Workshops*. Springer, Montpellier.
- [6] Chamoni, P; Gluchowski, P (2010): Analytische Informationssysteme – Einordnung und Überblick. In: Chamoni, P; Gluchowski, P (Hrsg.), *Analytische Informationssysteme. Business-Intelligence-Technologien und –Anwendungen*. Springer, Berlin.
- [7] Dubé, E; Badard, T; Bédard, Y (2009): XML Encoding and Web Services for Spatial OLAP Data Cube Exchange: an SOA Approach. *Journal of Computing and Information Technology* 17(4):347-358.

- [8] Escribano, A; Gomez, LI; Kuijpers, B; Vaisman, AA (2007): Piet: a GIS-OLAP Implementation. In: ACM (Hrsg.), *DOLAP '07*. Lissabon.
- [9] Healey, RG; Delve, J (2007): Integrating GIS and data warehousing in a Web environment: A case study of the US 1880 Census. *International Journal of Geographical Information Science* 21(6):603-624.
- [10] Hermsdörfer, D (2005): *Generische Informationsmodellierung*. Wichmann, Heidelberg.
- [11] Kemper, HG; Mehanna, W; Unger, C (2006): *Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen*. Vieweg, Wiesbaden.
- [12] Kouba, Z; Matoušek, K; Mikšovský, P (2000): On Data Warehouse and GIS Integration. In: Ibrahim, MT; Küng, J; Revell, N (Hrsg.), *Database and Expert Systems Applications (DEXA)*. Springer, London.
- [13] de Lange, N (2006): *Geoinformatik in Theorie und Praxis*. Springer, Berlin.
- [14] di Martino, S; Bimonte, S; Bertolotto, M; Ferrucci, F (2009): Integrating Google Earth within OLAP Tools for Multidimensional Exploration and Analysis of Spatial Data. In: Filipe, J; Cordeiro, J (Hrsg.), *Enterprise Information Systems, 11th International Conference (ICEIS 2009)*. Springer, Berlin.
- [15] Petschulat, S (2010): Other People's Data. *Communications of the ACM* 53(1):53-57.
- [16] Professur für Geodäsie und Geoinformatik der Universität Rostock (2011): Geodaten. <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=762>. Abgerufen am 18.09.2011.
- [17] Rivest, S; Bédard, Y; Marchand, P (2001): Toward Better Support for Spatial Decision Making: Defining the Characteristics of Spatial On-Line Analytical Processing (SOLAP). *Geomatica* 55(4):539-555.
- [18] Sampaio, MC; de Sousa, AG; Baptista, CdS (2006): Towards a Logical Multidimensional Model for Spatial Data Warehousing and OLAP. In: ACM (Hrsg.), *DOLAP '06*. Arlington.
- [19] da Silva, J; Times, VC; Salgado, AC (2006): An Open Source and Web Based Framework for Geographic and Multidimensional Processing. In: ACM (Hrsg.), *Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing (SAC)*. Dijon.
- [20] Sinz, EJ; Ulbrich-vom Ende, A (2010): Architekturen von Data-Warehouse-Systemen. In: Chameni, P; Gluchowski, P (Hrsg.), *Analytische Informationssysteme. Business-Intelligence-Technologien und –Anwendungen*. Springer, Berlin.
- [21] Stefanovic, N; Han, J; Koperski, K (2000): Object-Based Selective Materialization for Efficient Implementation of Spatial Data Cubes. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 12(6):938-958.

# **Operational Business Intelligence bei Call Centern – Erkenntnisse einer Fallstudienuntersuchung**

**Christian Hrach**

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,  
E-Mail: hrach@wifa.uni-leipzig.de

**Rainer Alt**

Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, 04109 Leipzig,  
E-Mail: rainer.alt@uni-leipzig.de

## **Abstract**

In der Call Center-Branche können Informationssysteme (IS) des Business Intelligence (BI) mit ihren Monitoring- und Reporting-Funktionalitäten als Ergänzung bestehender IS zur Erreichung einer konstanten Dienstleistungsqualität beitragen. Insbesondere das operative BI setzt direkt an der Extraktion und Aufbereitung der Daten aus den operativen Call Center-Systemen an und kann dadurch sowohl Prozesstransparenz als auch Prozessführung für interne und externe Entscheider verbessern. Dazu untersucht der Beitrag die Funktionalitäten der für die operative Entscheidungsunterstützung eingesetzten IS sowie die zugrundeliegende Aufgabenverteilung bei sechs ausgewählten Call Centern in Deutschland. Insgesamt zeigt die Call Center-Branche zwar erste Ansätze hin zu einem operativen BI, jedoch ergeben sich durch die Heterogenität von Prozessen und IS sowie den Echtzeitanforderungen zur Datenauswertung weitere Perspektiven für operative BI-Lösungen.

## **1 Einleitung**

Call Center (CC) bezeichnen ein international wachsendes und wettbewerbsintensives Dienstleistungssegment [7]. Für viele Unternehmen besitzt die telefonische Kundeninteraktion eine hohe Bedeutung [22], die sie als Auftraggeber an CC als Spezialisten für die professionelle Organisation der CC-Dienstleistung übergeben. Letztere erbringen ihre Leistungen typischerweise in Form von Projekten und für mehrere Kunden. Dem Dienstleistungscharakter folgend sind CC für die geeignete Vorkombination von Leistungen zuständig, deren „Produktion“ gleichzeitig zwischen CC-Agent und -Kunden stattfindet (Uno-actu-Prinzip) [4]. Dazu verfügen CC über eine Infrastruktur aus Telefonarbeitsplätzen, mehreren Informations- bzw. Anwendungssystemen (AS) zur Unterstützung der Telefoninteraktion sowie den in einer geeigneten Aufbau- und Ablauforganisation eingebundenen Mitarbeitern.

Zur Gewährleistung einer konstanten Gesprächs- und Interaktionsqualität sind angesichts einer häufig erhöhten Personalfuktuation in CC die Vorstrukturierung von CC-Prozessen sowie die Leistungsmessung von besonderer Bedeutung. Gegenüber der Erstellung von Sachgütern gelten Dienstleistungen hier ohnehin als schwieriger, da zum einen Kundenanforderungen und Abläufe zwischen einzelnen Geschäftsvorfällen stark variieren können, und zum anderen die Mitarbeiter mit ihren heterogenen Fähigkeiten die zentralen Träger des Prozesses sind [9]. Ein projektbasiertes Geschäftsumfeld mit wechselnden Auftraggebern, Inhalten und Kundengruppen verstärkt diese Prozessvariabilität. Messsysteme und (vorkonfigurierte) Handlungsabläufe sind daher an die Bandbreite der Prozessinstanzen anzupassen. Um eine nahtlose und zeitnahe Prozessüberwachung, Problemidentifikation (z.B. Sprachdefizite) und Fehlerbehebung zu realisieren reichen manuelle Systeme nicht aus.

Systeme des operativen BI setzen hier an und erlauben die Nutzung analyseorientierter Speicher- und Analysestrukturen, aus denen CC noch am gleichen Tag und sogar in Echtzeit prozessrelevante Informationen gewinnen können. Erste Untersuchungen zeigen, dass CC die Potenziale analytischer IS nur partiell ausschöpfen [24] und heterogene IS-Architekturen eine übergreifende Sicht über alle CC-Prozesse verhindern [7]. Der vorliegende Beitrag ergänzt die bestehenden Forschungsergebnisse im Bereich Operational BI bei CC um eine fallstudienbasierte Analyse. Kapitel 2 erläutert dazu die Grundlagen von Operational BI und der BI-Forschung in CC. Kapitel 3 zeigt die Nutzung analytischer Funktionalitäten in den betrachteten CC-Fallbeispielen und untersucht vor allem die unterstützten CC-Aufgaben mit Blick auf die beteiligten Nutzergruppen. Eine Zusammenfassung schließt den Beitrag ab.

## 2 Grundlagen

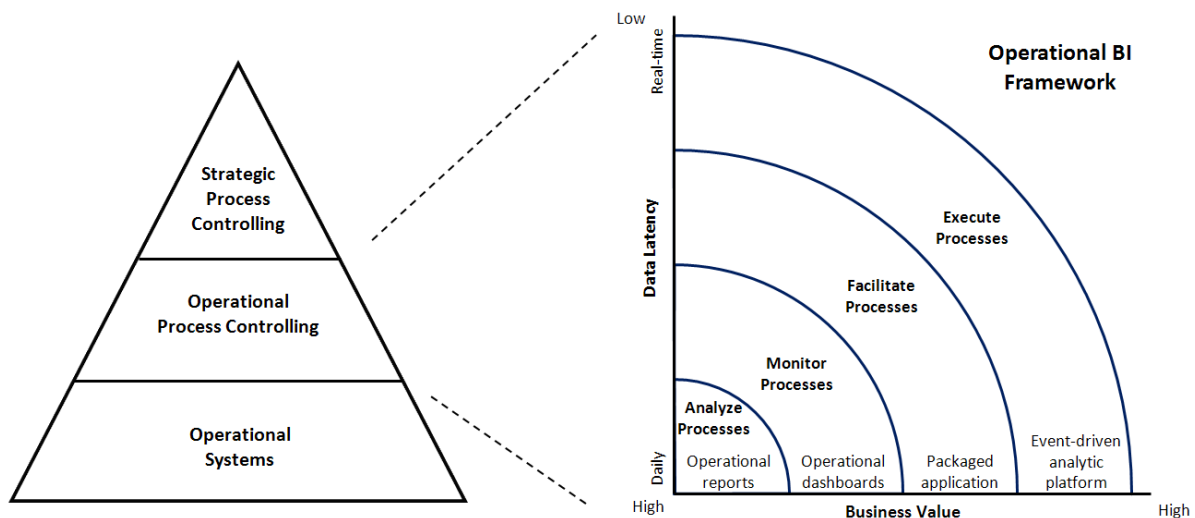
### 2.1 Integrierte Betrachtung von Business Intelligence und Prozessen

Business Intelligence (BI) gilt als integrierter und IT-basierter Ansatz zur Managementunterstützung [15]. Das Potenzial von BI besteht im Wechsel von einer transaktionsorientierten Sicht hin zu einer entscheidungsorientierten, die Daten aus operativen IS extrahiert, standardisiert, aggregiert und einer multidimensionalen Auswertung zugänglich macht. Zusätzlich zu diesen ETL-Funktionalitäten (Extraction, Transformation, Loading) liefern BI-Werkzeuge Hilfestellung zur flexiblen Visualisierung und teilweise auch Simulation mittels Cockpits/Dashboards [8]. Seit dem Ende der 1980er hat sich der Gestaltungsansatz der Prozessorientierung in Forschung und Praxis verbreitet, was u.a. zum Konzept einer auf Prozesse ausgerichteten BI geführt hat [11], [2], [19]. Analytische Funktionen nutzen Daten aus Quellen entlang der Geschäftsprozesse zur Erstellung operativer und strategischer Informationen für interne sowie externe Stakeholder. Neben Operational BI existieren weitere Ausprägungen dieser integrierten Betrachtung, wie etwa prozessorientierte BI [3] und embedded BI [17], welche die Relevanz einer Verbindung von BI und Prozessorientierung unterstreichen.

### 2.2 Operational Business Intelligence

Das operative BI setzt auf den operativen AS auf und liefert Funktionalitäten zur Verbesserung der Prozesstransparenz. Wie in Bild 1 links dargestellt, steht weniger die strategische Entscheidungsunterstützung im Vordergrund, sondern die Steuerung und Verbesserung operativer Prozesse. Analytische Informationen und AS zur operativen Entscheidungsunterstützung werden somit Bestandteil der täglichen Arbeit von unteren Führungskräften und Fachanwendern.

Dazu eröffnet Operational BI abhängig von der Datenaktualität vier Gestaltungsbereiche [6] (s. Bild 1 rechts): Operatives Reporting („*Analyze Processes*“) zielt auf die operative Prozessgestaltung mittels statischer Reporte. „*Monitor Processes*“ beinhaltet die Echtzeitmessung und -überwachung aktuell ablaufender Prozessinstanzen einschließlich der Informationsvisualisierung z.B. mittels operativer Performance Dashboards. Die Integration analytischer Funktionen bzw. Daten („*Facilitate Processes*“) in einem zentralen AS oder Portal erleichtert den Informationszugang und stellt nutzerspezifische Analysesichten bereit [16]. „*Execute Processes*“ zielt auf die automatisierte Entscheidungsunterstützung. Eine ereignisgesteuerte analytische Plattform überprüft hierfür Echtzeit-Prozessdaten, um darin vordefinierte Ereignisse zu entdecken (z.B. das Überschreiten eines Kennzahlenwertes). Darüber hinaus ermöglichen bspw. Business Rules-Systeme das Anstoßen automatischer Workflows, wie das Senden von E-Mails oder das Auslösen eines Datenbank-Triggers [6].



**Bild 1:** Bereiche des Operational BI in prozessorientierten AS (in Anlehnung an [21], [6])

### 2.3 Entscheidungsunterstützung bei Call Centern

CC erbringen Tele-Dienste (z.B. Telefongespräche), bei denen der Erzeuger der Leistung (Agent) und der Konsument (Kunde) räumlich getrennt, aber zeitlich aneinander gebunden sind. Hierbei sind die Bereiche Inbound (Kunde initiiert den Kontakt, etwa über eine Hotline) und Outbound (Agent initiiert den Kontakt, z.B. im Rahmen einer Umfrage) zu unterscheiden [29]. Projekte für interne oder externe Auftraggeber bilden den organisatorischen Rahmen der Dienstleistungserstellung. Typischerweise verwenden CC zur Unterstützung ihrer operativen Prozesse zahlreiche IS, die von der Telefonanlage über Dialer und Agenten-Frontend hin zu AS für die Kundenverwaltung und das Kampagnenmanagement reichen [7]. Im Mittelpunkt der Entscheidungsunterstützung steht das Monitoring als Nutzung analytisch aufbereiteter Echtzeit-Daten für die zeitnahe Steuerung sowie das Reporting für retrospektive Auswertungen [29]. Letzteres lässt sich abhängig von der Zielgruppe in internes Reporting (für eigene Mitarbeiter) und externes Reporting (z.B. für Auftraggeber) weiter untergliedern [27]. Bestehende Forschungsergebnisse thematisieren die Entscheidungsunterstützung in CC aus zweierlei Perspektiven. Einerseits ist die CC-Branche ein Anwendungsbereich für Untersuchungen des Operations Research, des Personalmanagements oder der Informationstechnologie (IT) [20]. Dabei liefern CC Anwendungsbeispiele für Lösungen der betreffenden Domänen. Andererseits kann die CC-Branche mit Erkenntnissen zu Prozessen, Potenzialen etc. auch selbst das Forschungsobjekt darstellen.

Hier haben sich bisherige Arbeiten vor allem auf die Auswertung von Kundendaten mittels Techniken des analytischen CRM [28] und die systematische Strukturierung von Kennzahlen innerhalb des CC-Controllings [29] konzentriert. Obwohl praxisnahe Publikationen die Nutzung analytischer Systeme in CC bereits thematisieren [18], liegt eine systematische Analyse der Entscheidungsunterstützung im CC unter dem Blickwinkel des BI-Einsatzes bisher noch nicht vor.

### **3 BI bei Call Centern**

#### **3.1 Forschungsmethode**

Die Fallstudie als qualitative Forschungsmethode "... examines a phenomenon in its natural setting, employing multiple methods of data collection to gather information from one or a few entities (people, groups or organizations)" und ist ausgerichtet auf explorative Untersuchungen [1]. Um Informationen aus verschiedenen Quellen zu erheben wurde das multiple case study design [30] gewählt. Die Untersuchungsinhalte reichten von Reporting und Monitoring als zentralen Themen des operativen BI hin zu den zugrundeliegenden CC-Aktivitäten, den Nutzerrollen und den operativen CC-AS. In die 2008 durchgeführte Untersuchung waren sechs CC einbezogen, die in [14] ausführlich dokumentiert sind. Einer vorgelagerten Umfrage zufolge wiesen diese CC einen vergleichsweise hohen Nutzungsgrad analytischer Techniken auf [13]. Alle Unternehmen gehören zu den ca. 27% der deutschen CC [5] mit mehr als 100 Agenten, die aufgrund ihrer Größe das Vorhandensein definierter und praktisch erprobter (analytischer) Prozesse erwarten ließen. Sie führen sowohl Inbound- als auch Outbound-Projekte durch und gehören damit zur größten Gruppe (70%) im deutschen CC-Markt [5]. Die Datenerhebung umfasste Interviews mit technischen Mitarbeitern und Führungskräften, die Mitarbeiterbeobachtung und Dokumentenauswertung (Organigramme, Reports, Monitor-Screenshots) sowie die Überprüfung der Fallstudien durch die Untersuchungsteilnehmer.

#### **3.2 Fallstudienpartner**

Bei den sechs Fallstudienunternehmen handelt es sich um die B.B.K. Vertriebs- und Kundenservices GmbH aus Halle/Saale, DIMA Systems AG aus Leipzig, Regiocom Sales Service Halle GmbH, TMA Telesmart GmbH aus Hagen, Simon & Focken GmbH aus Braunschweig sowie Regiocom GmbH aus Barleben. Die 2006 gegründete B.B.K. betreut mit ihren 135 Agenten ca. 5-15 Projekte (z.B. Kundenservice-Hotline, Telemarketing) aus den Bereichen Strom, Pharma und TV. Systemseitig nutzt B.B.K. den mit Auswertungsfunktionen ausgestatteten operativen Elsbeth Predictive Dialer, greift jedoch zur Erstellung individueller interner Reports für Agenten (als Aushänge) und Teamleiter auch auf die Standardanwendung Crystal Reports und eine damit verbundene gesonderte Analysedatenstruktur zurück. DIMA realisiert seit 2004 mit 400 Agenten zeitgleich mind. 10 Projekte (z.B. Direktverkauf, Bestellannahme) und setzt ebenfalls den Elsbeth Dialer mit einer zentralen Datenbank sowie ttcall als Agenten-Frontend und als Kampagnenmanagement-Anwendung ein. Projektübergreifend definierte Standard-Reporte liefern hierbei unternehmensweit vergleichbare Mitarbeiterauswertungen und Projektstatistiken. Regiocom (Halle) führt seit 2005 mit 300 Agenten gleichzeitig ca. 30 Projekte (vermehrt Outbound, z.B. Kundenrückgewinnung, Produktberatung) in den Bereichen Telekommunikation, TV und Gesundheit durch und betreibt die Handelsplattform Goetheplatz 13. Auf Basis der Telefonanlagen Telefon2.0 sowie weiterer AS (AgenTel, Elsbeth, Phoenix) nimmt Regiocom zusätzlich eine Datenspeicherung in einer multidimensionalen Struktur (Data Warehouse) vor.

Für das Agenten-Frontend und das Kampagnenmanagement kommt tcall und für die Mitarbeiterzeiterfassung ein Interflex-System zum Einsatz. Das Reporting unterstützen übergreifend standardisierte Basiskennzahlen mit Ampelfunktion (insb. zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung).

Die 1993 gegründete TMA betreut an zwei Standorten mit 165 Agenten überwiegend langfristige Inbound-Projekte (z.B. Bestellannahme, Beschwerdemanagement) für Versandhändler. Neben dem internen Telefoniesystem von Avaya mit integrierter Reporting-Funktionalität nutzt TMA vielfach Dialer der Auftraggeber. Aus den operativen Systemen generiert das CC Kennzahlen für das Tagesreporting zu Agenten und Projekten, wie etwa eine Agent Scorecard. Zusätzlich ist das Real-time-Monitoring von Agenten- und Projektaktivitäten mit Alarmierungsfunktionalitäten realisiert. Simon & Focken führt mit 600 Agenten ca. 15-20 parallele Projekte durch (z.B. Produktvertrieb, technischer Support) und verfügt über ein umfassendes Reporting auf Basis der operativen Systeme (drei Octopus-Telefoniesysteme; 4com für Dialer, Kampagnenmanagement und Agenten-Frontend; SP-Expert für Personaleinsatzplanung) sowie ein Echtzeit-Monitoring für Team- und Projektleiter. Regiocom (Barleben) schließlich führt seit 1996 mit europaweit 1.200 Agenten überwiegend Inbound-Projekte für Energieversorger (z.B. Störungsmanagement) durch. Es verwendet einen Dialer von Aspect mit dem Analysemodul CustomView, das auch Funktionalitäten für das Echtzeit-Monitoring besitzt. Für das Reporting existieren eine zentrale Kennzahlensystematik und automatische Weiterleitungen zu den Auftraggebern.

### 3.3 Call Center-Prozesse

Trotz Unterschieden bezüglich Kunden, Leistungsspektrum und technischer Ausstattung [10] besitzen die CC eine vergleichbar strukturierte Aufbauorganisation. Diese orientiert sich ähnlich der bekannten Berichtshierarchien im BI-Umfeld an einer hierarchisch motivierten Aufgabenverteilung. In Anlehnung an [29] waren vier Hierarchieebenen zu beobachten:

- *Call Center-Leiter* tragen die Gesamtverantwortung für die betrieblichen Abläufe, die Auftragsakquisition, die strategische Unternehmensführung, die Qualitätssicherung und das Controlling.
- *Projektleiter* koordinieren den Personaleinsatz, entwickeln und gewährleisten die Effizienz der internen Prozesse für ein durchzuführendes Projekt und führen die strategische Analyse der Einzelplatz-Produktivität durch.
- *Teamleiter* sind für die Führung der Agenten, die Qualitätssicherung der Gesprächsführung, die fachliche Aus- und Weiterbildung der Agenten, die Entwicklung von Hilfsmitteln (z.B. Gesprächsleitfäden) und die Bearbeitung komplexer Kundenanfragen zuständig.
- *Agenten* übernehmen die originäre Dienstleistungserstellung.

Die Aufgabenanalyse der Fallstudien führte zu 18 wiederkehrend genannten Aufgaben, die teilweise über Aktivitäten zur Datenanalyse hinausgehen. Diese Zusammenstellung ist zum Teil identisch mit der Literatur [29] (z.B. *Projektakquisition*, *Überwachung der Gesprächsqualität*), beinhaltet jedoch keine allgemeinen Administrationsaufgaben auf Unternehmensebene (z.B. *Buchhaltung*, *Strategische Unternehmensführung*) und enthält zusätzlich eine differenziertere Betrachtung einzelner Aufgaben (z.B. Unterteilung von *Fachlicher Aus- und Weiterbildung der Agenten* in *Allgemeine Agentenschulungen* und *Verbesserung der Gesprächsqualität*) sowie neue analytisch orientierte Tätigkeiten (z.B. *Erstellung von Reportvorlagen*). Ausgerichtet an

Projekten als strukturierendes Element in CC sind die Tätigkeiten nachfolgend auf die Bereiche *Projektübergreifende Aufgaben*, *Projektvorbereitung*, *Projektdurchführung* sowie *Projektüberwachung und -kontrolle* verteilt.

### **3.3.1 Projektübergreifende Aufgaben**

Die Projektakquise umfasst u.a. das Identifizieren potentieller neuer Auftraggeber und die Angebotserstellung. Die Administration der IT bezieht sich auf die Beschaffung, Installation und Betreuung der Telefonanlage und darauf aufbauender CC-AS, wie etwa die automatische Wählanlage für den Outbound (Dialer), die automatische Anrufverteilanlage an freie Agenten im Inbound (Automatic Call Distribution – ACD), das Agenten-Frontend als Arbeitsumgebung der Agenten und das Kampagnenmanagement-System zur Projektadministration [10]. Allgemeine Agentenschulungen dienen der Einarbeitung neuer Agenten und der Vermittlung von allgemeinem Wissen (z.B. zur Kommunikationstechnik). Dies ist insbesondere notwendig, wenn Agenten Dialer des Auftraggebers nutzen sollen.

### **3.3.2 Projektvorbereitung**

Das Layout und die Inhalte statischer Reportvorlagen und dynamischer Monitoring-Dashboards basieren auf den Anforderungen interner Nutzergruppen sowie externer Stakeholder. Die Projektvorplanung bezieht sich auf die kapazitive Einplanung des jeweiligen Projektes in den laufenden CC-Betrieb (z.B. Personalzuordnung) und die Erstellung und Verbreitung projektspezifischer Informationen und Anweisungen für die Agenten. Obgleich in einigen CC noch die unabgestimmte individuelle Nutzung und Erstellung von Kennzahlen sowie Reporting- und Monitoring-Sichten zu beobachten ist, so streben die betrachteten CC doch mehrheitlich die Definition von Standard-Berichten und -Metriken an.

### **3.3.3 Projektdurchführung**

Das Führen von Telefongesprächen bzw. die Beantwortung von Schriftverkehr sind originäre CC-Dienstleistungen. Der Kontakt zu Auftraggebern auf administrativer Ebene umfasst die Abstimmung inhaltlicher Richtlinien und Zielstellungen während der Projektdurchführung. Zur Projektführung zählt das Reagieren auf projektbezogene Störereignisse und die Verantwortung für die Gesamtprojektperformance. Die in der Projektvorplanung festgelegten Agentenzuordnungen sind aufgrund veränderter Rahmenbedingungen, Lastschwankungen und der Nichtverfügbarkeit von Agenten (z.B. durch Krankheit) laufend zu aktualisieren. Die Agentenführung zielt auf die Schaffung produktivitätsfördernder Arbeitsbedingungen und die Erreichung hoher Arbeitsleistungen im direkten Agentenkontakt.

### **3.3.4 Projektüberwachung und -kontrolle**

Reporting und Monitoring beinhalten die Sammlung und Präsentation der Arbeitsperformance (z.B. Anzahl der Gespräche, Gesprächsdauer) auf den Ebenen Agent, Team, Projekt und CC. Obgleich die meisten CC die Gesprächsqualität noch manuell messen, setzen einige bereits automatisierte Echtzeit-Gesprächsanalysesysteme ein [23]. Der Einsatz solcher Systeme ermöglicht u.a. auch die Verschiebung personeller Kapazitäten von der manuellen Gesprächsanalyse zum Schulungsbereich. Die Fallstudien ergaben zusätzlich zur Einteilung in der Literatur [29] die Rollen *IT-Administrator*, *Qualitätsmanager* und *Trainer*.



Tabelle 1 zeigt, welche Mitarbeitergruppen der untersuchten CC die allgemeinen Aufgaben (ohne analytische Unterstützung), die direkt mit analytischen Anwendungen bzw. Daten in Verbindung stehenden Aufgaben (Bereitstellung von analytischen IT-Systemen sowie Aufgaben, bei deren Durchführung analytische Ergebnisse genutzt werden) und die analytischen Aufgaben (Erstellung analytischer Ergebnisse) jeweils ausführen.

	CC-Leiter	Projektleiter	Teamleiter	Agent	IT-Admin	Qualitätsmanager	Trainer
Projektübergreifende Aufgaben							
Projektakquise	■	▮	○	○	○	○	○
Techn. Betreuung IT-Infrastruktur und CC-AS	○	○	○	○	●	○	○
Allgemeine Agentenschulung	○	○	■	○	○	■	●
Projektvorbereitung							
Konzeption externer und interner Reportvorlagen und Übersichten	■	▮	■	○	○	○	○
Erstellung externer und interner Reportvorlagen und Übersichten	■	■	○	○	●	○	○
Projektvorplanung	○	●	○	○	○	○	○
Projektdurchführung							
Kontakt zu Auftraggebern auf admin. Ebene	■	●	○	○	○	○	○
Projektführung	■	●	■	○	○	○	○
Laufende Agenten- und Kapazitätsplanung	○	■	▮	○	○	○	○
Agentenführung	○	○	●	○	○	○	○
Originäre CC-Leistung	■	■	■	●	○	○	○
Projektüberwachung und -kontrolle							
Extraktion und Weiterleitung externer Reports	■	■	■	○	■	■	○
Überwachung der Gesprächsqualität	○	○	▮	■	○	■	■
Schulung zur Gesprächsqualität	○	○	▮	■	○	○	▮
Überwachung Leistungserbringung (Agenten)	■	▮	●	■	○	▮	■
Überwachung Leistungserbringung (Team)	■	▮	●	○	○	▮	■
Überwachung Leistungserbringung (Projekt)	■	●	▮	○	○	▮	■
Überwachung Leistungserbringung (CC)	●	■	○	○	○	▮	■
Legende:					Anzahl Nennungen		
●	Hohe Ausführungshäufigkeit				5 – 6		
▮	Mittlere Ausführungshäufigkeit				3 – 4		
■	Niedrige Ausführungshäufigkeit				1 – 2		
○	Keine Ausführung				0		
Hintergrundfarbe	Weiß: Allgemeine Aufgaben; hellgrau: Aufgaben mit Bezug zu analytischen Auswertungen, dunkelgrau: analytische Aufgaben						

**Tabelle 1: Rollenspezifische Aufgabenverteilung bei den befragten Call Centern**

Bei der Projektvorbereitung sind Konzeption und technische Erstellung von Reportvorlagen und Dashboards direkte Vorarbeiten für die analytischen Aufgaben. Die Verantwortung für das Zusammenstellen von Informationsbedarfen für die Projektanalyse liegt meist beim Projektleiter, teilweise aber auch beim Teamleiter (Bedarf nach detaillierten Monitoring-Sichten) und dem CC-Leiter (Bedarf nach projektübergreifenden Monitoring-/Reporting-Sichten). IT-Administratoren setzen die Vorlagen/Dashboards in den CC-AS um. Da zunehmend auch die eigenverantwortliche Erstellung von Reportvorlagen durch Fachanwender (z.B. Teamleiter) gewünscht ist, sind

Konfigurationswerkzeuge auf Anwender mit geringen IT-Kenntnissen zuzuschneiden. Dies passt zum sich schnell verändernden projektbasierten CC-Umfeld und der volatilen Dienstleistungserstellung. Häufig verantworten Teamleiter die Überwachung der Gesprächsqualität, wofür Echtzeitinformationen einen Vorteil bedeuten. Die Verantwortung für die Extraktion und Weiterleitung externer Reporte ist in den untersuchten CC unterschiedlich verteilt: zumeist geschieht dies manuell und nur teilweise bereits automatisiert.

### 3.4 Operative analytische Unterstützung im Call Center

Nach dem Überblick zu den CC-Aufgaben geht der folgende Abschnitt genauer auf die in den Fallbeispielen beobachteten analyt. Funktionalitäten des Operational BI (s. Kap. 2.2) ein.

#### 3.4.1 Internes Reporting

Zunächst besitzen alle CC Lösungen für das interne Reporting zur nutzerspezifischen Dokumentation des Leistungsstands gegenüber internen Führungskräften für Prozessanpassungen auf operativer Ebene (erste Ebene des Operational BI), die jedoch in ihrer Ausgestaltung deutlich variieren. In operative CC-AS (ACD, Dialer) integrierte Analytik unterstützt die Auswertung automatisch generierter Prozessdaten: ACD-Systeme liefern das *Service-Level*, Dialer die *Anzahl abtelefonierter Kunden*, das Agenten-Frontend gibt Auskunft zu *Anzahl an Vertragsabschlüssen*, während Kampagnenmanagement-Systeme *Umsatz- und Kostenanalysen* ermöglichen. Nicht alle CC-AS haben analytische Komponenten oder können entsprechende Anforderungen zufriedenstellend erfüllen. Wenngleich die betrachteten CC einzelne Werkzeuge, wie etwa Reportgeneratoren zur Dokumentation der Leistungserbringung des aktuellen Tages, verwenden, so finden sich hier noch wenige generische BI-Werkzeuge.

Agenten nutzen meist keine Analysefunktionen (s. Tab. 1), obwohl 80% der CC die Bereitstellung jederzeit verfügbarer Performancedaten für Agenten befürworten [13]. In der Praxis erfolgt oft die manuelle Verteilung von Kennzahlen (z.B. *Abschlussquote*), durch die Teamleiter. Die Öffnung analytischer Funktionen für Agenten könnte jedoch zu Systemstörungen und Kapazitätsüberschreitungen aufgrund steigender Nutzerzahlen und Nutzungshäufigkeiten führen. Kennzahlenvergleiche zwischen verschiedenen Projekten dienen einer objektiveren Beurteilung (s. Tab. 2), wobei Projektunterschiede bezüglich Zielstellung, Produkt oder Kundenstruktur die Vergleichbarkeit erschweren können [9]. Dagegen produzieren projektinterne Teamvergleiche i.d.R. valide Einschätzungen zur Leistungsfähigkeit der Agentengruppen.

#### 3.4.2 Externes Reporting

Die bei der Projektvorbereitung ermittelten Informationsanforderungen der Auftraggeber bilden i.d.R. die Grundlage externer Reporte. Diese dokumentieren den Leistungsstand eines Projekts (oft auf täglicher Basis) und ermöglichen den Auftraggebern eine zeitnahe Einflussnahme auf das operative Geschehen (z.B. Inbound: Anpassung gebuchter Agentenkapazitäten auf Basis aktueller Anrufrufen). Das Vergleichen von Ergebniswerten zwischen Projekten in unterschiedlichen CC initiiert und steuert i.d.R. der Auftraggeber. Relevant sind hier inhaltlich übereinstimmende externe Reportkenngrößen (z.B. *Abschlussquote*, *durchschnittliche Gesprächszeit*) vergleichbarer oder identischer Projekte (z.B. Verkauf eines spezifischen Produktes). Wie in Tab. 2 gezeigt, geben einige CC täglich aus Telefoniedaten automatisch generierte Reports (z.B. als Excel-Datei) an die Auftraggeber weiter.

### 3.4.3 Monitoring

Monitoring (zweite Ebene des Operational BI) ist eine verbreitete Technologie [13], wobei Dashboards vielfach bereits Bestandteil operativer CC-AS sind. Echtzeit-Visualisierungen erlauben zeitnahe Reaktionen auf unerwünschte Ereignisse innerhalb des Telefonieprozesses, z.B. das zunehmende Nichterreichen von Kunden im Outbound (die sog. Verschlechterung der Adressqualität) oder ungeplante Lastspitzen im Inbound. In der Praxis sind sowohl aktuelle Werte (z.B. *Statusverteilung der Agenten*) als auch Aggregationen über ein kurzes Zeitintervall (z.B. *Abschlussquoten der Agenten*) anzutreffen. Durch das Monitoring von automatisiert erzeugten Informationen zur Gesprächsqualität können Teamleiter direkt auf das Sprechverhalten der Agenten (z.B. Gebrauch von Schimpfwörtern) reagieren. Die Anzeige von Monitoring-Informationen für Agenten (z.B. Überschreitung der durchschnittlichen Gesprächslänge) ist gezielt einzusetzen, um das Gespräch nicht zu stören und die Agenten nicht einem übermäßigen Überwachungsdruck auszusetzen. Ein externes Monitoring ist kaum anzutreffen und i.d.R. mit der Verwendung von AS des Auftraggebers verbunden.

	B.B.K.	DIMA	Regiocom Halle	TMA	Simon & Focken	Regiocom
<b>Internes Reporting</b>						
Reporting mit Dialern / ACD-AS	● / ●	● / ●	● / ●	● / ●	● / ●	● / ○
Reporting mit Kampagnen- / Frontend-AS	● / ●	● / ●	● / ●	● / ○	● / ●	○ / ○
Zusätzliche Auswertungs-AS	○	○	●	○	○	●
Interner Projektvergleich	●	●	●	●	○	●
<b>Externes Reporting</b>						
Manuelle Extraktion & elektr. Weiterleitung	●	●	●	●	●	○
Autom. Extraktion & elektr. Weiterleitung	○	○	○	○	●	●
Interorganisatorischer Projektvergleich	○	○	●	●	●	○
<b>Monitoring</b>						
Monitoring mit Dialern / ACD-AS	● / ●	● / ●	● / ●	● / ●	● / ●	● / ○
Monitoring mit Kampagnen- / Frontend-AS	● / ●	○ / ○	● / ●	● / ○	○ / ○	○ / ○
Visuelle Alarmer	○	○	○	●	●	●
Externes Monitoring	○	○	○	○	●	○
Legende ● In Verwendung ○ Nicht in Verwendung						

**Tabelle 2: Operative BI-Funktionen bei den befragten Call Centern**

### 3.4.4 Integration mit operativen Anwendungssystemen

Operative CC-AS (ACD, Dialer) enthalten oft bereits im Standard integrierte und CC-spezifische analytische Funktionen [26]. Die Verwendung operativer Daten gewährleistet zwar die Aktualität der Analyseergebnisse, jedoch können Analyseanfragen (insb. bei Reporten) mit negativen Auswirkungen auf die operative Leistungserstellung verbunden sein (z.B. Verlängerung der AS-Antwortzeiten). Zudem verwenden einige CC mehrere operative AS parallel, sodass eine übergreifende Datenzusammenführung notwendig ist. Vor diesem Hintergrund haben einzelne CC analyseorientierte Speicherstrukturen bzw. Data Warehouses bereits implementiert. Eine umfassende externe bzw. interorganisatorische Integration analytischer Daten (dritte Ebene des Operational BI) findet aber i.d.R. nicht statt. Zwar sind Ansätze zu Echtzeit-Visualisierungen für einen breiteren Adressatenkreis über TV oder Beamer vorhanden [25], jedoch sind diese für den lokalen Einsatz und nicht für die webbasierte Verknüpfung verschiedener Akteure ausgelegt.

BI-Portale gelten hier als Möglichkeit zur personalisierten Informationsversorgung interner (z.B. Agenten) und externer Stakeholder (z.B. Auftraggeber). Dies könnte das manuelle Verteilen externer Reporte ersetzen und eine Vergleichsplattform für CC schaffen. Dem gegenüber stehen Pflegeaufwände infolge häufiger Änderungen analytischer Anforderungen bei wechselnden Projekten.

### 3.4.5 Automatische Prozessausführung

In den Fallstudien finden sich ansatzweise aktive Funktionalitäten auf Basis analytischer Daten (vierte Ebene des Operational BI), wie automatische Alarmierungen mittels Dashboard-Anzeigen (z.B. Ampelfunktionen), jedoch keine darüber hinausgehenden automatisierten Prozesssteuerungen wie Alarmierung via E-Mail oder automatisierte Verschiebung von Agenten zwischen Inbound-Projekten. Vielmehr betrachten die CC-Unternehmen visuelle Anzeigen/Alarmer mit strukturell stabilen Kennzahlen und variablen Schwellwerten als ausreichend, weil erweiterte Funktionalitäten die Intensität der Prozessüberwachung durch Führungskräfte beeinträchtigen könnten. Gleichzeitig würden wechselnde Anforderungen und Teamzusammenstellungen zu häufigen Anpassungen der Steuerungsregeln führen.

## 4 Fazit

Zur Sicherstellung und Verbesserung der Dienstleistungsqualität und -effizienz können CC-Unternehmen sowohl im Rahmen der Vorkombination des Leistungsangebotes sowie der Prozessführung während und nach der Leistungserbringung Maßnahmen des Operational BI ansetzen. Die Untersuchung von sechs unabhängigen CC zeigt, dass hier zwar einige Lösungen im Bereich Reporting und Monitoring anzutreffen waren. Dies umfasste die Schaffung vordefinierter Standard-Kennzahlen für Agenten und Projekte, automatisierte Abläufe zur regelmäßigen Extraktion und Weiterleitung der analytischen Informationen sowie Dashboard-Darstellungen. Insgesamt sehen die untersuchten CC jedoch weitere Potenziale für einen künftigen Einsatz von Operational BI in den folgenden vier Bereichen:

- *BI-Funktionalitäten:* Obgleich in den Unternehmen vergleichbare Aufgaben- und Rollendefinitionen zu beobachten waren und diese fast vollständig auch analytische Aufgaben umfassen, unterschieden sich die CC bezüglich der eingesetzten AS und der realisierten Operational BI-Funktionalitäten. Die mehrheitlich genutzten analytischen Funktionalitäten der operativen Systeme konzentrieren sich auf „Analyze Processes“ sowie „Monitor Processes“ (s. Bild 1) und reichen weder bei Verwendung mehrerer operativer Systeme noch hinsichtlich Performanz und Auswertbarkeit aus. Die gerade von einem untersuchten CC bereits implementierte Data Warehouse-Architektur mit dedizierten BI-Werkzeugen beurteilen alle Fallstudienteilnehmer als relevante Weiterentwicklungsperspektive. Im Vordergrund steht insb. die Verbesserung der Transparenz bezüglich Gesprächsqualität.
- *Echtzeitbezug:* Die Fallstudien bestätigen den Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Echtzeitdaten und dem Mehrwert für die Dienstleistungserbringung wie im „Operational BI Framework“ (s. Bild 1) dargestellt. Gegenüber CC mit einem täglich aktualisierten Reporting haben CC mit stärker echtzeitbezogenen Informationen (Aktualisierung in 15 Minuten-Intervallen oder in Sekunden) verbesserte Reaktionsmöglichkeiten in der Dienstleistungsproduktion. So könnte durch den Einsatz regelbasierter Workflowsysteme zukünftig die Etablierung eines unmittelbar reagierenden anpassungsfähigen Prozesssteuerungssystems für CC möglich sein. Beispiele sind Empfehlungssysteme zur Identifizierung potenziell

gewünschter Produkte auf Basis des Kundenprofils [12] sowie Interactive Voice Response (IVR) Systeme [10] zur automatischen Analyse von Spracheingaben noch während des Gesprächs und einem anschließendem Routing zu einem Agenten.

- *Auftraggeber-Integration*: Abhängig von projektspezifischen Vereinbarungen verwenden CC sowohl Dialer als auch Reporting- und Monitoring-Systeme ihrer Auftraggeber. Während hier Restriktionen in der Übernahme der Standardkennzahlen und der Reporting- und Monitoring-Prozesse eines CC existieren, bestehen Möglichkeiten bei der Auftraggeber-Integration. Das zu beobachtende regelmäßige manuelle oder automatische Handling von Reports mittels E-Mail sehen die Teilnehmer als Vorstufe zu Portal- sowie Echtzeit-Monitoring-Lösungen für die Auftraggeber. So könnte bspw. der Auftraggeber im Outbound die Verschlechterung der Adressqualität beobachten und durch Bereitstellung eines neuen Telefonnummernsatzes die Effizienz der Leistungserstellung verbessern.
- *Data Mining*: Die befragten CC sehen moderate Potenziale in der Anwendung von Data Mining-Verfahren. Nur ein CC hat in einem Pilotprojekt Erfahrungen gesammelt, dies jedoch nicht fortgesetzt. Mögliche Einsatzfelder wären eine gezieltere Kundenansprache (insb. für Outbound) und die Identifikation von Prozessverbesserungen. Die Wahrung des Datenschutzes von Mitarbeitern und Kunden gilt als wichtige Rahmenbedingung.

Für den BI-Einsatz sind CC vor allem aufgrund ihrer hohen Echtzeit-Anforderungen bei gleichzeitig hoher Prozessvarianz interessant. Operational BI-Maßnahmen dürfen jedoch die zum Aufsetzen eines Projektes notwendigen Aufwände nicht erhöhen, sodass sich horizontale und vertikale Integration bis hin zu den Auftraggebern mit Flexibilität verbinden muss. Hier bestehen über die aufgrund der begrenzten Teilnehmerzahl, der fehlenden Untersuchung von Inhouse-CC und der Begrenzung auf deutsche Unternehmen limitierten Aussagen der vorliegenden Untersuchung hinaus weitere Ansatzpunkte für die Forschung.

## 5 Literatur

- [1] Benbasat, I; Goldstein, DK; Mead, M (1987): The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *MIS Quarterly* 11(3): 369-386.
- [2] Bucher, T; Dinter, B (2008): Anwendungsfälle der Nutzung analytischer Informationen im operativen Kontext. In: Bichler, M et al. (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008*. GITO, Berlin, S. 167-179.
- [3] Bucher, T; Gericke, A; Sigg, S (2009): Process-centric Business Intelligence. *Business Process Management Journal* 15(3): 408-429.
- [4] Buhl, HU; Heinrich, B; Henneberger, M; Krammer, A (2008): Service Science. *Wirtschaftsinformatik* 50(1): 60-65.
- [5] Busch, C (2006): Callcenter-Trendstudie 2006. Christoph Busch Unternehmensberatung, Frankfurt/M.
- [6] Eckerson, WW (2007): Best Practices in Operational BI – Converging Analytical and Operational Processes. TDWI, Renton (WA).
- [7] Gans, N; Koole, G; Mandelbaum, A (2003): Telephone Call Centers: Tutorial, Review, and Research Prospects. *Manufacturing&Service Operations Management* 5(2): 79-141.

- [8] Gluchowski, P; Dittmar, C; Gabriel, R (2008): Management Support Systeme und Business Intelligence. 2. Aufl., Springer, Berlin.
- [9] Harmon, E; Hensel, SC; Lukes, TE (2006): Measuring Performance in Services. McKinsey Quartlery (1): 30-39.
- [10] Helber, S; Stollertz, R (2003): Call Center Management in der Praxis. Springer, Berlin.
- [11] Heß, H (2005): Von der Unternehmensstrategie zur Prozess-Performance - Was kommt nach Business Intelligence. In: Scheer, AW et al. (Hrsg), *Corporate Performance Management*. Springer, Berlin, S. 7-29.
- [12] Höhfeld, S; Kwiatkowski, M (2007): Empfehlungssysteme aus informationswissenschaftlicher Sicht-State of the Art. IWP - Information Wissenschaft & Praxis, 58(5): 265-276.
- [13] Hrach, C; Alt, R (2009): Anwendungspotenziale für Business Intelligence-Technologien im Call Center-Bereich. In: Hansen, HR et al. (Hrsg.), *9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Band 2*, Wien, S. 369-378.
- [14] Hrach, C; Alt, R (2010): Fallstudien zum Einsatz von Business Intelligence in Call Centern. Heft 7, Forschungsbericht Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Leipzig.
- [15] Kemper, HG; Baars, H (2006): Business Intelligence und Competitive Intelligence. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik (247): 7-20.
- [16] Kemper, HG; Mehanna, W; Unger, C (2006): Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendungen. 2. Aufl., Vieweg, Wiesbaden.
- [17] Klawans, B (2008): Embedded or Conventional BI: Determining the Right Combination of BI for Your Business. Business Intelligence Journal 13(1): 30-36.
- [18] Kons, U (2002): Reporting kontrolliert und verbessert den Support. Call Center Konkret (2): 6-9.
- [19] Linden, M; Felden, C; Chamoni, P (2011): Dimensions of Business Process Intelligence. In: zur Muehlen, M; Su, J (Hrsg.), *Business Process Management Workshops*. LNBIP 66, Springer, Heidelberg etc., S. 208-213.
- [20] Mandelbaum, A (2004): Call Centers (Centres) - Research Bibliography with Abstracts. Technion - Israel Institute of Technology, Haifa.
- [21] Mertens, P; Meier, MC; Stößlein, M; Gilleßen, S (2005): A Multi-functional Information Leitstand for Top-Management. In: Callaos, N; Lessio, W (Hrsg.), *Proceedings of the 9th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics*. Orlando (FL).
- [22] Meyer, M (2002): CRM-Systeme mit EAI. Vieweg & Teubner, Wiesbaden.
- [23] oV (2006): Elsbeth Predictive Dialer User Manual. itCampus, Halle.
- [24] oV (2008): Contact Center-Trends 2008. Aspect Software, Neu-Isenburg.
- [25] oV (2010): 4Com Call-Center-Wallboard. <http://www.4com.de/call-center-wallboard.html>. Abgerufen am 06.12.2010.
- [26] oV (2011): ELSBETH PowerContact. [http://it-ag.de/elsbeth\\_products/elsbeth-powercontact](http://it-ag.de/elsbeth_products/elsbeth-powercontact). Abgerufen am 22.09.2011.

- [27] Panitz, K; Sauer, A; Waschkowitz, C (2010): Qualitätsmanagement im Reporting. Controlling 22(10): 531-537.
- [28] Reichold, A (2006): Prozesse des Analytischen CRM. Diss. Universität St. Gallen.
- [29] Scupin, Y (2006): Call-Center-Management und Mitarbeiterzufriedenheit. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [30] Yin, RK (2003): Case Study Research. Sage, Newbury Park (CA).





# Methoden für Trendanalysen im Web zur Unterstützung des Customer Relationship Management

**Kai Heinrich**

TU-Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 01187 Dresden,  
E-Mail: kai.heinrich@tu-dresden.de

**Andreas Hilbert**

TU-Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 01187 Dresden,  
E-Mail: andreas.hilbert@tu-dresden.de

**Martin Kersten**

TU-Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 01187 Dresden,  
E-Mail: kai.heinrich@tu-dresden.de

## Abstract

Mit dem Einzug des Web 2.0 ins tägliche Leben haben Individuen die Möglichkeit ihre Meinungen und Gefühle in Form von Blogs zu veröffentlichen. Die Analyse der Trends in dieser Blogosphäre kann maßgeblich zur Unterstützung der Kundenrückgewinnung in einem CRM-System eingesetzt werden. In dieser Forschungsarbeit werden bestehende Ansätze zur Trenderkennung im Allgemeinen untersucht und anschließend die Eignung ihrer Applikation auf Weblogs geprüft. Dazu wird ausgehend von bestehenden wissenschaftlichen Arbeiten ein System zur Trendanalyse prototypisch implementiert und die Analyseergebnisse im Anschluss evaluiert.

## 1 Einleitung

### 1.1 Motivation

Das explosive Wachstum des Internets und die große Verbreitung von Social Media Lösungen haben neue Möglichkeiten für Menschen geschaffen, ihre Meinungen online zu verbreiten (vgl. [32]). Weblogs, RSS, Screencasting oder Video-Blogging, Podcasting, SocialBookmarking, Tagging, all dies sind neue Technologien, die im World Wide Web zu finden sind (vgl. [1]). Diese Instrumente sind Werkzeuge geworden, welche die Art und Weise der Bereitstellung von Inhalten revolutioniert haben. Die Blogosphäre, welche die Gesamtheit der Blog-Websites verkörpert, ist

eine große Quelle für Trendanalysen in Bereichen wie Produkt-Umfrage, Kundenbeziehungsmanagement und Marketing geworden. Eine Besonderheit der Blogosphäre ist ihre große Dynamik gegenüber traditionellen Webseiten. Eine Ankündigung eines neuen Produktes oder ein Geschehen in der Welt können unter Umständen sofortiger Auslöser von intensiven Diskussionen über verschiedenste Blogseiten sein. Derzeit existieren über 140 Millionen Blogs und rund 100 Tausend neue Blogs kommen jeden Tag neu dazu. Die Beobachtungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass sich die Anzahl der vorhandenen Blog-Seiten alle 200 Tage verdoppelt hat (vgl. [32]). In diesen Blogs schreiben Menschen über diverse Themen wie ihr persönliches Leben, Testberichte zu verschiedenen Produkten und Meinungen über Politik, Sport oder Lifestyle. Überwachung und Analyse von Informationen innerhalb dieser Datenbestände können wichtige Informationen und wertvolle Erkenntnisse zur öffentlichen Meinung liefern und damit das Customer Relationship Management (CRM) unterstützen (vgl. [27]).

## 1.2 Forschungsdesign

Es existiert ein Defizit von tauglichen Verfahren zur Analyse von Texten die Trends und Veränderungen im Verlauf erkennen können. Daraus resultiert das Gestaltungsproblem, ein System zur Bewältigung dieser Aufgabe zu entwickeln. Für diese Entwicklung ist es notwendig, vorhandene Ansätze zu analysieren und hinsichtlich ihrer Funktionalität zu evaluieren. Aus diesen beiden die Untersuchungen bestimmenden Problemen resultieren folgende Forschungsfragen:

- Welche Eigenschaften kennzeichnen einen Trend?
- Welche Methoden bzw. Algorithmen sind zur Identifikation von Trends und Trendbrüchen in Texten geeignet?
- Wie aussagekräftig sind diese Methoden?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden zunächst die Anatomien von Trends sowie Methoden zur Analyse von Trends vorgestellt. Diese Methoden werden anschließend mit Hilfe der Implementierung des Systems evaluiert.

## 2 Grundlagen zur Trendbetrachtung

### 2.1 Anatomie eines Trends

Ein Trend wird prinzipiell über eine Bezugsgröße dargestellt. Beispielsweise wird der Trend „steigendes Wirtschaftswachstum“ durch die Bezugsgröße „Bruttoinlandprodukt“ dargestellt. Jede Veränderung der Bezugsgröße basiert auf Ursachen, welche sich im Trend wieder spiegeln. Je besser man die Ursachen und Hintergründe kennt und versteht, desto bessere Aussagen lassen sich für die Zukunft prognostizieren. Um das zu erreichen, müssen die Treiber (Was treibt den Trend an) der Veränderung identifiziert werden (vgl. [25]).

Die Ursachen der Veränderung zu erkennen und deren Wirkung zu verstehen, ist jedoch nur ein Teilprozess in der Diagnose des Trendermittlungsprozesses.

Die „Treiber“ bestimmen bzw. definieren den Trend und dessen Verlauf. Sobald diese Wirkungskräfte ermittelt wurden, beginnt der Prozess der Hypothesenbildung (vgl. [25]). Dieser Prozess teilt sich in zwei temporale Kategorien. Der erste ist das Verständnis der Vergangenheit bzw. der vollständigen Diagnose der vergangenen Merkmalsausprägungen.

In diesem beschriebenen Prozess ist die Trendidentifikation in Texten eindeutig ein Problem-bereich der Diagnose. Ziel der Applikation soll es sein, die auftretenden Merkmalsausprägungen zu analysieren, um eine „Beschreibung“ der Veränderung zu ermöglichen, potentielle „Treiber“ zu identifizieren und zu entscheiden, ob es sich letzten Endes bis zum derzeitigen Beobach-tungszeitraum um einen Trend handelt oder nicht. Der Blick in die mögliche Zukunft des Trends beginnt erst mit der Projektion der Daten, in der kurzfristige oder langfristige Prognosen gebildet werden. Diese Prognosen bilden somit den zweiten Teil des oben genannten Prozesses. Für das CRM ist diese Analyse ein wichtiger Schritt im Rahmen der Kundenrückgewinnung, da in der Regel nicht feststeht, wann ein Kritikpunkt zur Abwanderung eines Kunden führt (vgl. [29]). Das frühzeitige Erkennen von möglichen Ursachen durch Analyse der Inhalte in Web-Daten könnte aber wichtige Erkenntnisse über potentielle Abwanderungsursachen liefern.

## 2.2 Trendbruch

Anders als bei Trends, die eine kontinuierliche Entwicklung darstellen, sind Trendbrüche radikale oder abrupte Änderungen im Verlaufsmuster (vgl. [25]). [24] beschreibt diese strukturellen Veränderungen als Wendepunkte, die sich durch eine Veränderung der Bezugsgröße durch sich selbst, ihrer eigenen Vergangenheit oder ihrer relativen Position auf dem Zeitpfad erklärt (vgl. [24]). Diese Diskontinuitäten im Trend können den weiteren Verlauf des Trends maßgeblich beeinflussen und so eine klare Hypothesenbildung verfälschen, wenn diese nicht berücksichtigt werden (vgl. [5]). Zum einen wird der Trend nach dem Trendbruch (Trendfolgeformation) weiter fortgesetzt und zum anderen kann der Trendbruch ein Indiz für eine Umkehr des Trends sein (Trendumkehrformation). Bei der Trendfolgeformation handelt es folglich um eine zeitliche bzw. vorübergehende Trendunterbrechung, im Gegensatz zur Trendumkehrformation, in der ein Strukturbruch im Trend zu einem Trendwechsel mutiert (vgl. [6]). Grundsätzlich sollte im Kontext der Analyse von Meinungen in Web-Daten jeder größere Impuls oder Strukturbruch (Signale) in den Merkmalsausprägungen des Trendverlaufs auf Ursachen analysiert werden, um ggf. einen Trendwechsel ins Negative verhindern oder ins Positive fördern zu können. Die Beschreibungs-instrumente der Zeitreiheninformationen unterstützen dabei das bessere Verstehen und die Inter-pretation der Veränderungen.

## 2.3 Konzept von Ansoff

Der strategische Nutzen für das Unternehmen in Bezug auf die Unterstützung des CRM, der durch das Beobachten oder „Monitoren“ von Blogs entstehen kann, wird in der Literatur stark diskutiert. In Bezug auf das Verfahren der Interpretation von Informationen aus Blogs oder anderen Web-Quellen für Entscheidungen im Unternehmen, wird in der wissenschaftlichen Literatur das Konzept von ANSOFF häufig als eine Möglichkeit beschrieben (vgl. [1]). Dieses Konzept basiert auf der Annahme, dass strategische Entscheidungen nicht ausschließlich auf extrapolierten Trendbeobachtungen basieren sollten, sondern Diskontinuitäten, also Struktur-brüche in Trends, mit in die Entscheidungen einfließen sollten. Diskontinuitäten kündigen sich durch eine Veränderung der Umwelt (schwache Signale) an, bei denen die Bedeutung und die Auswirkung ungewiss sind. Weil sich diese Signale mit der Zeit verdichten und konkreter werden, lohnt sich eine frühzeitige Erfassung dieser schwachen Signale, auch wenn sie zu dem Zeitpunkt noch nicht Interpretierbar sind (vgl. [30]). Aus diesem Grund schlägt [1] ein System der Frühaufklärung und -erkennung vor (Weak Signal Management). Dieses Konzept hat zum Ziel, durch Abtasten der Umwelt, was als sogenanntes „Scanning“ bezeichnet wird, diese schwachen Signale zu erkennen und zu verarbeiten (vgl. [9]). Im Kontext der Analyse von Blogs entstehen

solche schwachen Signale in den Veränderungen von Meinungen in Diskussionen (vgl. [23]). Wenn sich die schwachen Signale soweit verdichten lassen, dass sich ein „Strategic Issue“ erkennen lässt, wird es Zeit, dieses Thema weiterzuverfolgen und Wirkungen bzw. Konsequenzen zu analysieren (vgl. [30]).

### 3 Forschungsansätze zur Trendanalyse

#### 3.1 Burst-Analyse

Die Verbreitung von Informationen im Web läuft aufgrund der Vielzahl von Autoren unkoordiniert ab. Dennoch gilt das allgemeine Phänomen, dass wenn Ereignisse von großem Interesse stattfinden, verstärkt darüber berichtet wird und somit der Informationsgehalt über dieses Thema ansteigt (vgl. [22]). Daraus resultiert, dass die Beliebtheit von gewissen Schlüsselwörtern größer wird. Dieser Anstieg der vorkommenden Häufigkeit von Schlüsselwörtern über einen begrenzten Zeitraum wird „Burst“ bzw. „Ausbruch“ genannt (vgl. [7]). Ziel der Burst-Analyse ist es, diese Ausbrüche und das Ereignis, das damit zusammenhängt, zu identifizieren (vgl. [3]). [26] beschreiben die Burst-Analyse als einen Prozess der Identifizierung von kurzzeitig auftretenden Begriffsanomalien auf Basis von Langzeitbeobachtungen (vgl. [26]). Das Aufdecken solch einer unerwarteten Beliebtheit von bestimmten Begriffen im Web kann von großer Bedeutung sein, weil diese Analyse Strukturbrüche im Trend identifizieren und Indikatoren für sich entwickelnde Trends liefern kann. [3] unterscheiden dabei zwei Arten von Ausbrüchen: vorweggenommene und überraschende Ausbrüche. Bei vorweggenommenen Ausbrüchen wird die auftretende Häufigkeit ständig größer, erreicht nach gewisser Zeit ein Maximum und sinkt anschließend wieder. Beispiele dafür sind u.a. die Veröffentlichung von einem Film oder die Einführung eines lang angekündigten Produkts von gewisser Popularität. Überraschende „Bursts“ sind nicht vorhersehbar und treten völlig unerwartet auf. Auf Basis des Ansatzes von [15] und dessen Weiterentwicklung durch [3] wird ein Verfahren vorgestellt, um „Bursts“ zu identifizieren (vgl. [15] & [3]):

$$\mu = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w x_i \quad (1) \quad \sigma^2 = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (x_i - \mu)^2 \quad (2) \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (3) \quad f = \mu + 2\sigma \quad (4)$$

Es wird das arithmetische Mittel  $\mu$  (vgl. (1)) über die absolut auftretenden Häufigkeiten eines Tages von einem Schlüsselwort  $x$  über einen Beobachtungszeitraum von  $w$  Tagen berechnet. Das Ergebnis  $\mu$  sagt aus, wie oft der Begriff  $x$  im Durchschnitt pro Tag im Beobachtungszeitraum  $w$  vorgekommen ist. Im nächsten Schritt wird die mittlere quadratische Abweichung  $\sigma^2$  (vgl. (2)) berechnet. Die Varianz ist ein Streuungsmaß für die Lage der Zeitreihenwerte  $x_i$  um den Durchschnitt der Zeitreihe  $x_i$ . Um die Streuung verschiedener Zeitreihenwerte miteinander vergleichen zu können, ist es erforderlich, die Varianz auf ein einheitliches Maß, die Standardabweichung  $\sigma$  (vgl. (3)), zurückzuführen (vgl. [14]). Im dritten und letzten Berechnungsschritt wird mit Hilfe der in den vorherigen Schritten ermittelten Werte ein Faktor berechnet, mit dem die auftretenden Häufigkeiten verglichen werden, um festzustellen, ob dieser als Ausbruch klassifiziert wird oder nicht. Übersteigt ein Wert den Faktor  $f$  (vgl. (4)), so wird dieser als „Burst“ kenntlich gemacht. Der Faktor unterliegt dem Gesetz der Standardnormalverteilung d.h. bei dem festgelegten Wert von  $2\sigma$  liegt der Erwartungswert für zu erkennende Burst bei 2,3%.

### 3.2 Keyword-Analyse

Schlüsselwörter repräsentieren den Verlauf über ein Thema und können Schwerpunkthinhalte zurückgeben (vgl. [4]). Der Zusammenhang von Schlüsselwörtern ist dabei nicht statisch. Je nach temporalem Beobachtungsabstand und dem Verlauf der Themenentwicklung ändert sich die Bedeutung der Schlüsselwörter. Bei der Keyword-Analyse ist es das Ziel, genau diese Zusammenhänge zu erkennen und wiederzugeben. Als Maß dafür, welche Bedeutung ein Schlüsselwort für ein Thema besitzt, wird die Korrelation herangezogen. Sind Korrelationen von Schlüsselwörtern zu einem Thema erkennbar, so spiegeln diese in ihnen auftretende Ereignisse wider (vgl. [4]). Im Kontext der Trendforschung können besonders häufig auftretende Schlüsselwörter ein Indiz für einen Trend oder Trendbruch sein. Gängige Verfahren, um statistische Zusammenhänge zwischen zwei Größen zu ermitteln wie z.B. Transinformation oder „mutual Information“ scheiden aufgrund der hohen Datenmenge mit Millionen von Dokumenten oder Textinhalte im Web aus. Term Frequency – Inverse Document Frequency (TF-IDF) ist ein Verfahren, das im „Information Retrieval“ zur Beurteilung der Bedeutung einzelner Terme in großen Textdaten angewendet wird (vgl. [28]). Im Rahmen der Keyword-Berechnung ist dieses Verfahren zur Term-Gewichtung die Grundlage (vgl. [21]). [3] haben diese Methode für die Berechnung von Korrelationseffekten so modifiziert, dass sich valide Schlüsselwörter über ein Suchwort bilden lassen, ohne den ganzen Datensatz überprüfen zu müssen (vgl. [3]):

$$G(W_q, W_n) = TF_{q,n} \cdot IDF_n \quad \text{mit} \quad TF_{q,n} = N_{DmW_q}(W_n) \quad \text{und} \quad IDF_n = \log \frac{|D|}{|D_{W_n}|} \quad (5)$$

$TF_{q,n}$  wird dabei durch die Frequenz des möglichen Keywords  $W_n$  in den Dokumenten der Datenbasis  $D_m$ , die das Suchwort  $W_q$  enthalten ausgedrückt. Anders ausgedrückt wird die Häufigkeit in den Dokumenten  $D_m$  ermittelt, in denen die beiden Wörter  $W_q$  und  $W_n$  gemeinsam vorkommen.  $D_m$  ist dabei eine Einschränkung der zu durchsuchenden Datenbasis. [3] verwenden für die Berechnung von potentiellen Schlüsselwörtern  $m=30$  Dokumente. Dies bedeutet, dass nur die aktuellen  $m$  Dokumente oder Datensätze nach diesem Verfahren durchsucht werden, die ein Suchwort  $W_q$  enthalten. Im Kontext der Trendanalyse sollte jedoch überlegt werden, einen größeren Wert für  $m$  zu wählen bzw. die Einschränkung der Datenbasis nach bestimmten Beobachtungszeiträumen vorzunehmen, um Entwicklungen über die Dimension Zeit analysieren zu können. Die Terme mit den höchsten Gewichtungen werden als Schlüsselwörter oder Keywords für ein Suchwort identifiziert.

### 3.3 SVD-Analyse

Die Singulärwertzerlegung, auch Single Value Decomposition (SVD), ist ein optimales orthogonales Zerlegungsverfahren von Matrizen, um in großen Datenbeständen Informationen zu filtern und zu verdichten; dieses Verfahren wird häufig zur Problemlösung der Methode der kleinsten Quadrate auf große Datenmatrizen verwendet (vgl. [20]). Im Kontext der Identifikation von Trends und Trendbrüchen auf Basis von Webinhalten ist jedoch nur der Aspekt der Zeitreihenanalyse interessant. Der Schwerpunkt liegt dabei besonders in der Erkennung des Trends eines Schlüsselwortes in der Blogosphäre bzw. in Webdokumenten. Entwickelt wurde diese Abwandlung der Singulärwertzerlegung zur Trendanalyse von Schlüsselwörtern in verschiedenen Blogs von [10], basierend auf der Arbeit von [11], welche erstmalig die SVD nutzten, um große Textmengen zu analysieren.

### 3.4 Konzeption einer Applikation zur Trendanalyse

Der Analyseprozess lehnt sich dabei an das Vorgehen zur Entdeckung neuer Muster in Daten (KDD-Prozess) von [11] an. Zu Beginn wird die Zielstellung festgelegt, die mit Hilfe des Vorgehensmodells erreicht werden soll (vgl. [19]). Daraus resultiert je nach Anwendungsfall und Untersuchungsgegenstand die Auswahl der zugrundeliegenden Daten (vgl. [16]). Im Kontext der „Trendanalyse im Web zur Unterstützung des Customer Relationship Management“ wurden als Datengrundlage sogenannte Feeds benutzt. Diese Feeds ermöglichen es auf aktuelle Beiträge in Form von Weblogs in einheitlicher Form zuzugreifen. Bedingung war es, dass diese Feeds täglich neue Einträge enthalten, um eine kontinuierliche Datengewinnung gewährleisten zu können. Nachdem das angestrebte Ziel formuliert und die Datengrundlage bestimmt wurde, beginnt der eigentliche Prozess mit der Datenselektion. Hinsichtlich der Zielfragestellung und der Datengrundlage, welche aus Feeds besteht, wird in diesem Prozessabschnitt nur eine horizontale Datenselektion vorgenommen. Laut der Definition von Hagemann [17] ist die Selektion dann als optimal zu erachten, „wenn alle Attribute ausgewählt wurden, die für die zu beantwortenden Fragen nötig sind, und keine Attribute, die dafür überflüssig sind“ ([17]). Mit der Auswahl der vier benötigten „Tags“ oder Attribute Content (Inhalt), Titel, Datum und der Link (Feed-Quelle) ist in diesem Fall das Optimum gegeben. In dem gesamten Beobachtungszeitraum der Feed-Quellen wurden automatisiert über 6000 Aktualisierungen vorgenommen, in denen 531.948 unterschiedliche Einträge mit den „Tags“: Titel, Content, Datum und Link (Feed-Quelle) gespeichert wurden. Im Aufbereitungsschritt geht es in erster Linie darum, die Qualität des Datenbestandes zu verbessern. Ziel ist es, einen auswertbaren Datenbestand für die spätere Analyse zu generieren (vgl. [16]). Für die Trendanalyse sind die Inhaltsdaten (Content) von besonderer Wichtigkeit. Aus ihnen werden später sämtliche Suchbegriffe und Schlüsselwörter abgeleitet und deren Häufigkeit im Datenbestand analysiert. Die Wort-Datenbanktabelle mit allen vorkommenden Wörtern bildet im Kontext der Trendidentifikation in Texten die Basis für alle, der vorgestellten Methoden. Für Trendanalysen allgemein ist die Zeit der elementare Schlüssel zur Identifikation und Manifestation von Trends. Daraus geht hervor, dass für jedes gespeicherte Wort ein Zeitbezug hinsichtlich seines Vorkommens vorhanden sein muss. Die Grunddaten liegen nach der Selektion und der Aufbereitung zusammengefügt und in einem einheitlichen bereinigten Zustand vor. Durch weitere Reduktion oder Transformation werden die Daten soweit wie möglich vereinfacht und vorbereitet (vgl. [19] & [17]). Um die Menge der Wörter zu reduzieren, wurde entschieden, die Wörter auf ihren Informationsgehalt zu untersuchen, um eine Art Stoppliste zu schaffen, die unwichtige Wörter herausfiltert, auch wenn zukünftig neue Datensätze hinzukommen sollten. Das Hauptelement der Burst-Analyse ist der zu berechnende Vergleichsfaktor, mit dessen Hilfe die Ausbrüche identifiziert werden können. Die Berechnung des Faktors basiert jeweils auf der gewählten Zeitspanne und dem gewählten Suchwort. Daraus ergeben sich durch den erstellten Datensatz über einen Beobachtungszeitraum von einem halben Jahr und der Anzahl der unterschiedlichen Wörter über 12 Millionen Möglichkeiten, diesen Faktor zu bestimmen. Ähnlich viele Möglichkeiten ergeben sich bei der SVD- und der Keyword-Analyse. Bei der SVD-Analyse kommt außerdem die Problematik der hohen Komplexität hinzu. Die Kennzahl IDF innerhalb der Keywordanalyse ist unabhängig von einem für die Berechnung definierten Zeitraum oder einer Aggregation und bleibt somit konstant. Aus diesem Grund wird diese Kennzahl vorberechnet. Nach Abschluss der Datenvorbereitung kommt es zur Anwendung der Data-Mining-Methoden. Die drei Methoden, die im Kontext der definierten Zielstellung der Inhaltsanalyse auf Trendcharakteristiken (Stärke, Form, Zeit, Treiber, Strukturbrüche) ausgewählt wurden und in diesem Kernprozess des KDD-Konzepts Anwendung finden, sind Methoden, die ausschließlich zur

Beschreibung der Daten dienen. Die Burst-Analyse identifiziert je nach festgelegtem Berechnungszeitraum strukturelle Veränderungen der Merkmalsausprägungen im Verlauf. Dagegen gibt die SVD-Analyse den dominierenden und nichtdominierenden Verlauf im zu untersuchenden Datensatz durch Approximation der Datenmatrix wieder und ermittelt jeweils die einflussreichsten Web-Quellen (Feeds). Die letzte der drei Methoden, die Keyword-Analyse, ist in der Lage, Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Objekten durch ein Korrelationsmaß (TF-IDF) zu berechnen. Aus den Ergebnissen dieser Analyse können treibende Kräfte ermittelt werden, die entweder den kontinuierlichen Verlauf eines Trends oder die strukturelle Veränderung in der Zeitreihe begründen können. Der letzte Teilschritt im KDD-Konzept von [12] ist die Interpretation und Evaluierung. Zu diesem Teilschritt gehört auch die Visualisierung der entdeckten Muster, um sie für den Nutzer in verständlicher Weise darzustellen (vgl. [19]). Abschließend wird das durch die Interpretation des Anwenders entdeckte Wissen evaluiert und konsolidiert.

## 4 Ergebnisse und Evaluation

Wie unter 2.3 beschrieben wurde, können nach dem Konzept von Ansoff [1] schwache Signale sich soweit verdichten, dass diese ein Unternehmen zum Handeln bewegen (vgl. [9]). Im Kontext des Web Content Mining von Blogs entstehen solche schwachen Signale in den Veränderungen von Meinungen in Diskussionen (vgl. [23]). Um eine valide Evaluierung der Methoden hinsichtlich der Tauglichkeit zur Unterstützung des CRM mit dem Schwerpunkt der Erkennung von Strukturbrüchen in Trends vornehmen zu können (vgl. [8]), ist eine Datenbasis nötig, die reale Sachverhalte aus verschiedenen Web-Quellen enthält. In diesem Fall wurde eine Miniwelt aus 435 unterschiedlichen Feeds von diversen Blogs (vgl. [13]) geschaffen, die einen Teilausschnitt der Realität abbildet. Dieser abgegrenzte Realitätsausschnitt wurde ein halbes Jahr beobachtet und gewonnene Daten abgespeichert. Mit diesen Daten soll nun überprüft werden, ob sich reale Veränderungen mit den Methoden in den Daten erkennen lassen. Das Ziel der Evaluierung soll sein, von einzelnen Beobachtungen der Untersuchungen, allgemeine Aussagen hinsichtlich der Tauglichkeit der Methoden treffen zu können. Die Burst- oder Ausbruchsanalyse von [3] ermöglicht das Identifizieren von Merkmalsausprägungen, die sich über einem bestimmten Grenzwert befinden. In der nicht-experimentellen Evaluation soll überprüft werden, ob das Verfahren der „Burst-Analyse“ von [3] Veränderungen von realen Sachverhalten in einem Trend erkennen kann. Diese Bewertung wird auf der Basis folgender Hypothese durchgeführt: Das Analyseverfahren erkennt Trendbrüche bzw. Veränderungen von realen Sachverhalten. Das Kriterium der Hypothese ist dann erfüllt, wenn sich eine signifikante Relation zwischen Ausbruch in Bezug auf einen realen Sachverhalt herstellen lässt. Dazu wird eine neutrale externe Web-Quelle herangezogen, die nicht Bestandteil des verwendeten Teilausschnitts der Realität ist. Das Webarchiv der Zeitung „Die Welt“<sup>1</sup> dient dazu als Vergleichsobjekt. Das Kriterium der Evaluationshypothese ist dann erfüllt, wenn sich eine signifikante Relation zwischen Ausbruch in Bezug auf einen realen Sachverhalt herstellen lässt (vgl. dazu jeweils die letzte Spalte in den *Bildern 1 und 3*). Außerdem werden bei der Evaluierung die Stärke der identifizierten Ausbrüche und die durchschnittliche Häufigkeit in Bezug auf den Beobachtungszeitraum erfasst, um die Ergebnisse deutlicher interpretieren zu können (siehe *Bild 1*). Die Trendanalyse durch Singulärwertzerlegung von [10] ist ein Verfahren, das es erlaubt, Trendverläufe und deren Einflüsse zu analysieren. Dabei werden, je nach Analyseziel, Datenmatrizen, bestehend aus den Häufigkeiten, der Zeit und den

---

<sup>1</sup> <http://www.welt.de/nachrichtenarchiv/>

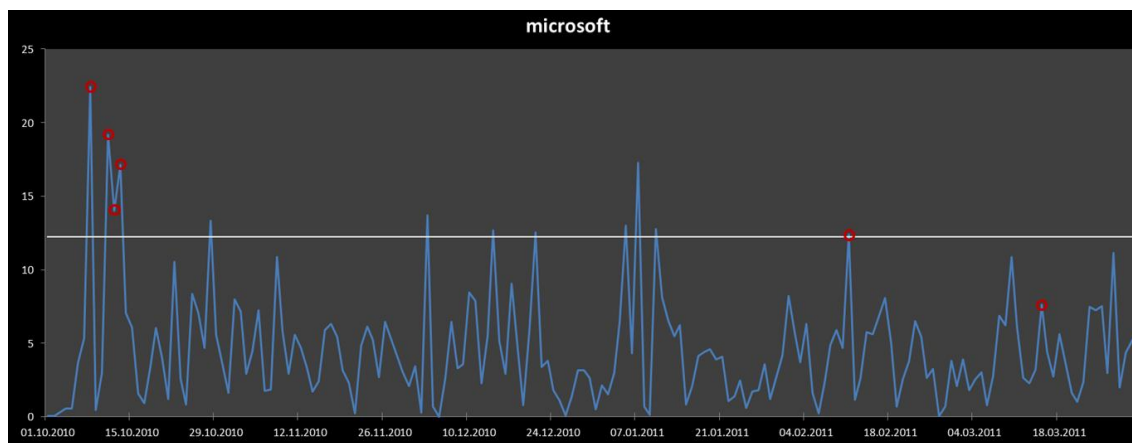
Quellen, gebildet, die dann durch das Approximationsverfahren der Singulärwertzerlegung soweit komprimiert werden, dass nur noch zwei Verläufe in Abhängigkeit ihres Einflusses auf die Quellen hergeleitet werden.

Wort	Burst		Realer Sachverhalt (Die Welt (2011))	
	Stärke	Datum		
Microsoft $\mu = 21,7$	3,25 $\sigma$	08.10.2010	Adobe und Microsoft gemeinsam gegen Apple	x
	5,43 $\sigma$	11.10.2010	Windows Phone 7: neues Smartphone-	x
	2,53 $\sigma$	12.10.2010	Betriebssystem vorgestellt // Microsoft hofft im	
	2,53 $\sigma$	13.10.2010	Mobilfunk auf Comeback	
	4,93 $\sigma$	11.02.2011	Microsoft und Nokia bilden eine Allianz	x
	2,86 $\sigma$	15.03.2011	Microsoft veröffentlicht Internet Explorer 9	x
	$\bar{\sigma} 3,59$			100,0%

**Bild 1: Relation zwischen Ausbruch und realen Sachverhalt**

Diese beiden Verläufe bilden nach [10] den dominierenden Trendverlauf und den nicht-dominierenden Trendverlauf. Es stellt sich bei dieser Evaluation die Ausgangsfrage, ob durch die Komprimierung der Datenmatrix der Verlauf verfälscht wird und dadurch Ausbrüche bzw. Signale verloren gehen. Hinsichtlich dieser Fragestellung wurde folgende Hypothese und deren Kriterium aufgestellt: Das Analyseverfahren erkennt den tatsächlichen Trendverlauf, einschließlich enthaltender Trendbrüche. Da die identifizierten Ausbrüche durch die Burst-Analyse auf den absoluten Häufigkeiten des verwendeten Realitätsausschnitts basieren, werden diese Strukturbrüche und der reale Sachverhalt, sofern er sich über das Zeitungsarchiv zuordnen lässt, als Vergleichsobjekt für die Überprüfung des Kriteriums herangezogen. Um zu überprüfen, ob die Ausbrüche in den beiden Verläufen der Trendvektoren  $\vec{t}_1$  und  $\vec{t}_2$ , ermittelt durch die Singulärwertzerlegung von [10], mit den Ausbrüchen in den absoluten Daten übereinstimmen, wurde die SVD-Analyse um die Berechnung der Burst-Linie in der Applikation erweitert. Der Wert dieser Linie wird analog wie der Faktor in der Burst-Analyse berechnet. Allerdings basiert dieser nicht auf den absoluten Häufigkeiten, sondern auf den Merkmalsausprägungen der beiden Trendvektoren (Siehe *Bild 2*). Im Rahmen der Evaluierung wird jeder durch die Burst-Analyse ermittelte Ausbruch in den Stichproben mit denen in der Singulärwertzerlegung verglichen und Übereinstimmungen werden in einer Tabelle festgehalten (siehe *Bild 3*). Mit dem von [3] modifizierten TF-IDF Verfahren ist es möglich, Schlüsselwörter zu berechnen, die in Korrelation zu einem Suchwort stehen. Im Rahmen der Evaluation kann die Vorgehensweise, die von [3] beschrieben wurde, nicht verwendet werden. Nach ihrem Vorgehen werden nur die letzten 30 aktuellen Dokumente in die Berechnung einbezogen. Unter dem Aspekt der Trendanalyse liefern Schlüsselwörter, die aus den letzten 30 Dokumenten gebildet wurden, keine validen Ergebnisse, um Zusammenhänge zu einem Such- oder Signalwort über einen langen Beobachtungszeitraum herzustellen.





**Bild 2:** Trendvektor  $\vec{t_1}$  für das Suchwort "Microsoft" einschließlich der markierten Ausbrüche aus der Burst-Analyse

Wort	Burst		SVD	
	Stärke	Datum	t1	t2
Microsoft $\mu = 21,7$	3,25 $\sigma$	08.10.2010	x	x
	5,43 $\sigma$	11.10.2010	x	x
	2,53 $\sigma$	12.10.2010	x	x
	2,53 $\sigma$	13.10.2010	x	x
	4,93 $\sigma$	11.02.2011	x	o
	2,86 $\sigma$	15.03.2011	o	o
	$\emptyset$ 3,59 $\sigma$		83,3%	66,7%

**Bild 3:** Vergleich der Ausbrüche

Analyseverfahren, die einen Zeitbezug nicht erlauben, sind für die Trendanalyse, in der Zeit eine elementare Rolle spielt, nicht geeignet. Aus diesem Grund wird in der Evaluation keine Eingrenzung durch die Anzahl der Dokumente vorgenommen, sondern ausschließlich durch die Zeit. Es stellt sich bei der Keyword-Analyse die Frage, ob dieses Verfahren tatsächlich valide Schlüsselwörter liefert, um reale Sachverhalte rekonstruieren zu können. Für Unternehmen ist es nicht ausreichend, festzustellen, wann ein Ausbruch im Verlauf vorkommt, sondern warum. In der Theorie sollte diese Methode solche Informationen liefern können, denn im Gegensatz zu den anderen Verfahren in der Evaluation sind die Ergebnisse keine Verläufe oder Ausbrüche, sondern auf den Inhalt bezogene Schlüsselwörter. Um die Aussagekraft dieser Ergebnisse zu überprüfen, wurde für die Evaluation folgende Hypothese aufgestellt: Das Analyseverfahren ermöglicht eine teilweise Rekonstruktion der realen Sachverhalte. Für die Überprüfung der Hypothese werden die ermittelten realen Sachverhalte aus der Burst-Analyse als Vergleichsobjekt herangezogen. Lassen sich Zusammenhänge zwischen den realen Geschehnissen und den berechneten Schlüsselwörtern herstellen, so wird das Kriterium als erfüllt angesehen. Einzelne Wörter können keinen realen Sachverhalt wiedergeben. Deshalb unterliegt die Interpretation der Ergebnisse der subjektiven Wahrnehmung der Person, die das Evaluationsverfahren durchführt. Als Berechnungsparameter wurde in der Durchführung festgelegt, dass nur die 10 höchstgewichtigen Schlüsselwörter, die in Korrelation zum Suchwort stehen, für den Vergleich genutzt werden. In der untersuchten Stichprobe wurden 23 Ausbrüche mit der Burst-Analyse identifiziert, deren Merkmalsausprägung um das Doppelte der Standardabweichung zum arithmetischen Mittel abweicht. Zu 90% der Ausbrüche konnte ein realer Sachverhalt mit Hilfe des

Zeitungsarchivs „Die Welt“ zugeordnet werden. Die Ausbrüche, die sich über zwei oder drei Tage hintereinander erstreckten und denselben Sachverhalt aufwiesen, wurden zu einem Ausbruch zusammengefasst. Damit wurde eine signifikante Relation zu realen Sachverhalten in Bezug auf die Häufigkeit eines Suchwortes bestätigt. Bei der Evaluierung der SVD-Analyse durch Vergleich der beiden Trendvektoren mit den Strukturbrüchen konnte festgestellt werden, dass lediglich im Durchschnitt 43,5% der Ausbrüche im ersten Trendvektor und 52,4% im zweiten Trendvektor erkannt wurden. Somit konnte keine signifikante Relation zu den zeitlichen Verläufen von realen Sachverhalten in Bezug auf die Häufigkeit eines Suchwortes im Realitätsausschnitt nachgewiesen werden. Die Hypothese konnte somit im Rahmen dieser Evaluation nicht bestätigt werden.

## 5 Ausblick und Fazit

Das Beobachten von Feeds im Web, was als „Scanning der Umwelt“ zum Erkennen von schwachen Signalen bezeichnet wird, bildet nach dem Konzept Ansoff [1] die Grundlage für das Weak Signal Management & Strategic Issue Management (vgl. [9]). In der Erkennung von Trends in Bezug auf das CRM System spielen dabei Strukturbrüche eine große Rolle. Es stellt sich an dieser Stelle die Frage, inwieweit die verwendeten Methoden dieses Konzept beim Erkennen der schwachen Signale in Form von Strukturbrüchen oder Veränderungen unterstützen können und welche Informationen sich über diese Signale generieren lassen. Abrupte Veränderungen in der Diskussion oder der in der digitalen Mundpropaganda können mit Hilfe der Burst-Analyse identifiziert werden. Wie in der Evaluation bestätigt wurde, kann die Keyword-Analyse ein nützliches Instrument dafür sein, die Ursachen solcher Veränderungen zu ergründen und zu verstehen. Auch wenn die interne Validität der Ergebnisse für das SVD-Verfahren nicht bestätigt werden konnte, ergeben sich dennoch Möglichkeiten, wie diese Methode zur Unterstützung des CRM beitragen könnte. So gibt das SVD-Verfahren Aufschluss darüber, welche Feed-Quellen welchen Einfluss auf den Verlauf haben. Des Weiteren könnten Verfahren wie die Lemmatisierung (vgl. [18]) und das Clustering von Wörtern in der Datentransformation die Analysemöglichkeiten im Konzept deutlich erhöhen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden nur drei Verfahren verglichen. Somit kann diese Arbeit nicht den Status einer vollständigen Evaluation aller Verfahren beanspruchen. Zukünftig sollten also weitere Verfahren auf die Eignung zur Erkennung von Trends mit untersucht werden.

## 6 Literatur

- [1] Alby, T. (2008): Web 2.0: Konzepte, Anwendungen, Technologien, 3. Aufl., Hanser Verlag, München.
- [2] Ansoff, H. I. (1990): *Implanting strategic management*, 2. Aufl., Prentice Hall Engelwood Cliffs, New York.
- [3] Bansal, N.; Koudas, N. (2007a): *Searching the Blogosphere*, Tenth International Workshop on the Web and Databases, WebDB 2007, Beijing, China, June 15, 2007.

- [4] Bansal, N.; Koudas, N. (2007b): BlogScope: A System for Online Analysis of High Volume Text Streams, in: Koch, C.; Gehrke, J.; Garofalakis, M.N.; Srivastava, D.; Aberer, K.; Deshpande, A.; Florescu, D.; Chan, C.Y.; Ganti, V.; Kanne, C.C.; Klas, W.; Neuhold, E.J. (Hrsg.): *Proceedings of the 33rd International Conference on Very Large Data Bases*, University of Vienna, Austria, September 23-27, 1410-1413.
- [5] Bea, F.X.; Haas, J. (2005): *Strategisches Management*, 4. Aufl., Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- [6] Bergold, U.; Mayer, B. (2005): Flow statt Frust: Mit Behavioral Finance und Technische Analyse zu den Gewinnern gehören, 2. Aufl., Finanzbuch Verlag, München.
- [7] Bischoff, K.; Firan, C.S.; Kadar, C.; Nejd, W.; Paiu, R. (2009): Automatically Identifying Tag Types, in: Huang, R.; Yang, Q.; Pei, J.; Gama, J.; Meng, X.; Li, Y. (Hrsg.): *Advanced Data Mining - Applications - 5th International Conference, ADMA 2009*, Beijing China, Springer Verlag; Heidelberg, 31-54.
- [8] Bortz, N.; Döring, J. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, 4. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg.
- [9] Buchholz, L. (2009): *Strategisches Controlling: Grundlagen – Instrumente – Konzepte*, 1. Aufl., Gabler Verlag; Wiesbaden.
- [10] Chi, Y.; Tseng, B.L.; Tatemura, J. (2006): Eigen-trend: trend analysis in the blogosphere based on singular value decompositions, in: Yu, P.S.; Tsotras, V.J.; Fox, E.A.; Liu, B. (Hrsg.): *Proceedings of the 2006 ACM CIKM International Conference on Information and Knowledge Management*, Arlington, Virginia, USA, November 6-11, 68-77.
- [11] Deerwester, S.; Dumais, S.; Landauer, T.; Furnas, G.; Harshman, R. (1990): Indexing by latent semantic analysis, in: *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)*, Volume 41, Number 6, September 1990, 391-407.
- [12] Fayyad, U. M.; Piatetsky-Shapiro, G.; Symth, P. (1996): From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview, in: Fayyad, U. M.; Piatetsky-Shapiro, G.; Symth, P.; Uthurusamy, R. (1996): *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*; AAAI Press, Menlo Park, California, 1-34.
- [13] freshfeeds.de (2010): *Das RSS-Feeds Verzeichnis – Freshfeeds*, URL: <http://www.freshfeeds.de>, Abruf am 25.09.2010.
- [14] Freitag, K. (2003): *Zeitreihenanalyse: Methoden und Verfahren*, 1. Aufl., EUL Verlag, Köln.
- [15] Fung, G.P.C.; Yu, J.X.; Yu, P.S.; Lu, H. (2005): Parameter free bursty events detection in text streams, in: Böhm, K.; Jensen, C.S.; Haas, L.M.; Kersten, M.L.; Larson, P.A.; Ooi, B.C. (Hrsg.): *Proceedings of the 31st International Conference on Very Large Data Bases*, Trondheim, Norway, August 30 - September 2, 181-192.
- [16] Gabriel, R.; Gluchowski, P.; Pastwa, A. (2009): *Data Warehouse & Data Mining*, 1. Aufl., W3I Verlag, Witten.
- [17] Hagemann, S. (2005): *Maßzahlen für die Assoziationsanalyse im Data Mining: Fundierung, Analyse und Test*, 1. Aufl., Diplomica Verlag, Hamburg.
- [18] Hausser, R. (2000): *Grundlagen der Computerlinguistik: Mensch-Maschine-Kommunikation in natürlicher Sprache*, 1. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg.

- [19] Holthuis, J. (2001): *Der Aufbau von Data Warehouse-Systemen: Konzeption – Datenmodellierung – Vorgehen*, 2. Aufl., Gabler & Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [20] Kanjilal, P.P. (1995): *Adaptive prediction and predictive control*, 1. Aufl., Peter Peregrinus Verlag, London.
- [21] Klahold, A. (2009): *Empfehlungssysteme: Recommender Systeme - Grundlagen, Konzepte und Lösungen*, 1. Aufl., GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden.
- [22] Kleinberg, J. M. (2003): Bursty and hierarchical structure in streams, in: *Data Mining and Knowledge Discovery*, Volume 7, Number 4, October 2003, Springer Verlag, 373-397.
- [23] Koller, P.; Alper, P. (2008): Die Bedeutung privater Weblogs für das Issue-Management in Unternehmen, in: Alper P.; Blaschke S. (Hrsg.) : *Web 2.0 – Eine empirische Bestandsaufnahme*, 1. Aufl., Vieweg & Teubner Verlag, Wiesbaden.
- [24] Petersohn, H. (2005): *Data Mining: Verfahren, Prozesse, Anwendungsarchitektur*, 1. Aufl., Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München.
- [25] Pillkahn, U. (2007): *Trends und Szenarien als Werkzeuge zur Strategieentwicklung*, 1. Aufl., GWA Kommunikation GmbH Verlag, Erlangen.
- [26] Platakis, M.; Kotsakos, D.; Gunopulos, D. (2009): Searching for Events in the Blogosphere Manolis Platakis, In: Quemada, J.; León, G.; Maarek, Y.S.; Nejdl, W. (Hrsg.): *Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web, WWW 2009*, Madrid, Spain, April 20-24, 1225-1226.
- [27] Proximity (2005): Proximity Studie: Corporate Blogging, URL: [http://www.pressrelations.de/new/standard/result\\_main.cfm?r=190069&sid=&aktion=jour\\_pm&poffset=4398660000190069&quelle=0](http://www.pressrelations.de/new/standard/result_main.cfm?r=190069&sid=&aktion=jour_pm&poffset=4398660000190069&quelle=0), Abruf am 15.04.2011.
- [28] Qu, C.; Li, Y.; Zhu, J.; Hunag, P.; Yuan, R.; Hu, T. (2008): Term Weighting Evaluation in Bipartite Partitioning for Text Clustering, in: Li, H.; Liu, T.; Ma, W.Y.; Sakai, T.; Wong, K.F.; Zhou, G. (Hrsg.) (2008): *Information Retrieval Technology*, 4<sup>th</sup> Asia Information Retrieval Symposium, AIRS 2008 Harbin, China, January 2008, Springer Verlag, Heidelberg, 393-400.
- [29] Sieben, F. (2002): *Rückgewinnung verlorener Kunden*, 1. Aufl., Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [30] Schneider, J.; Minnig, C.; Freiburghaus, M. (2007): *Strategische Führung von Nonprofit-Organisationen*, 1. Aufl., UTB Verlag, Stuttgart.
- [31] Stahel, W. (2008): *Statistische Datenanalyse: Eine Einführung für Naturwissenschaftler*, 5. Aufl., GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden.
- [32] Technorati (2009): State of the blogosphere 2009, URL: <http://technorati.com/blogging/feature/state-of-the-blogosphere-2009>, Abruf am 27.10.2010.
- [33] Watkins, D. (2002): *Fundamentals of matrix computations*, 2. Aufl., John Wiley & Sons Inc. New John Wiley & Sons Inc, New York.

# Identifikation und Analyse von ironischen und sarkastischen Kundenrezensionen im Web

**Andreas Schieber**

Technische Universität Dresden, E-Mail: [schieber@wiid.wiwi.tu-dresden.de](mailto:schieber@wiid.wiwi.tu-dresden.de)

**Andreas Hilbert**

Technische Universität Dresden, E-Mail: [hilbert@wiid.wiwi.tu-dresden.de](mailto:hilbert@wiid.wiwi.tu-dresden.de)

**Carsten Stillich**

Technische Universität Dresden, E-Mail: [stillich@wiid.wiwi.tu-dresden.de](mailto:stillich@wiid.wiwi.tu-dresden.de)

## Abstract

Ausgehend von der steigenden Anzahl an Produktbewertungen in Online-Shops fokussiert sich dieser Beitrag auf die Identifikation von Ironie in den Bewertungen, um eine korrekte, computer-gestützte Interpretation sicherzustellen. Es werden bestehende Ansätze zur Erkennung von Ironie in Kundenrezensionen untersucht und bewertet. Darüber hinaus analysiert die Arbeit Erkenntnisse aus dem Bereich der Linguistik und entwickelt auf Grundlage der gewonnenen Einblicke ein Konzept für ein verbessertes Identifikationssystem. Dieses wird implementiert und schließlich anhand der Ergebnisse evaluiert.

## 1 Einführung

Die Analyse und Bewertung von Kundenrezensionen sind in der heutigen Zeit ein wesentlicher Erfolgsfaktor für Unternehmen, denn die Kenntnisse über die Kundenanforderungen und -zufriedenheit stellen wichtige Bestandteile für nachhaltigen Unternehmenserfolg dar ([18], S. 566ff). Dabei stellt sich die Frage, wie ein Unternehmen an diese wertvollen Informationen gelangen kann. Nach einer Studie kaufen bereits sechs von zehn Deutschen im Internet ein und bewerten Produkte in Web-Shops [1]. Durch die wachsenden Online-Märkte wird es für Unternehmen zunehmend interessanter, Produktbewertungen von Kunden über das Web zu sammeln. Diese Kundenrezensionen bieten Unternehmen u.a. die Möglichkeit, Vor- und Nachteile ihrer Produkte und Dienstleistungen ausfindig zu machen.

Die Analyse und Bewertung von Rezensionen wird aber erschwert, wenn Kunden ironische oder sarkastische Beiträge schreiben. Diese verwirren nicht nur Kunden, welche sich über Produkte informieren möchten, sondern erschweren auch die computergestützte Auswertung. Es ist nicht immer leicht, Ironie zu erkennen: Wenn eine Person sagt: „Was für eine Leistung!“, spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, damit der Gesprächspartner erkennt, ob das Gesagte ernst

gemeint war. Diese Aussage könnte eine Person ernst meinen, wenn sie über eine gewisse Leistung überrascht ist. Wenn diese Person aber genau das Gegenteil meint, würde die Person die Leistung belächeln und ironisch bewerten. In diesem Fall muss der Gesprächspartner die Ironie erkennen, ansonsten wird ihm ein falsches Meinungsbild gegeben.

Aus dieser Motivation heraus präsentiert der vorliegende Beitrag ein Konzept zur Erkennung von Ironie in Kundenrezensionen. Dabei sollen Motive und Anzeichen für die Nutzung von Ironie analysiert werden. Die anschließende Evaluation untersucht das Konzept auf Funktionalität und Praktikabilität. Die Ergebnisse sollen zur Diskussion gestellt werden und so Implikationen für die Forschung in diesem Themenfeld liefern.

## **2 Methodik und Forschungsfeld**

### **2.1 Forschungsziel und Vorgehen**

Im Folgenden wird das Forschungsziel in das theoretische und pragmatische Wissenschaftsziel getrennt. Mit dem theoretischen Wissenschaftsziel wird durch eine Literaturrecherche ein einheitliches Verständnis über die beteiligten Begriffswelten aufgebaut. Dagegen verfolgt die Entwicklung von Methoden und Techniken zur Identifizierung von andersmeinenden Aussagen das pragmatische Wissenschaftsziel. Um diese Ziele zu erreichen, sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

Wie erkennt man generell Ironie und Sarkasmus in Kundenrezensionen?

Wie erkennt man computergestützt ironische und sarkastische Meinungen in Texten?

Vor der Beantwortung der Forschungsfragen erfolgt die Einordnung der Thematik in die Business Intelligence und in das Opinion Mining. Danach werden die Begriffe Ironie und Sarkasmus sowie deren Identifikationsmöglichkeiten in Texten erläutert. Auf dieser Basis wird ein System konzipiert, mit dessen Hilfe die Signale von Ironie und Sarkasmus erkannt und interpretiert werden können. Abschließend folgt eine Evaluation des Konzepts, indem Kundenrezensionen durch das System auf Ironie und Sarkasmus untersucht werden.

### **2.2 Beiträge im Forschungsfeld**

Im Umfeld des Opinion Mining sind in den vergangenen Jahren einige Beiträge publiziert worden, die sich damit theoretisch oder mit Analysesystemen beschäftigen. [12] beschreibt Charakteristik, Aufgaben und Verfahren des Opinion Mining und bettet sie in den Kontext des Web Data Mining ein. [11] dagegen untersucht aktuelle Opinion-Mining-Systeme und stellt deren Eigenschaften systematisch dar. Die gemeinsamen Ziele dieser Systeme sind es, die Bewertungen von Produkteigenschaften zu analysieren, zusammenzufassen und darzustellen. Die meisten Verfahren extrahieren Produkteigenschaften mittels statistischer Methoden; bei der Meinungsanalyse hingegen werden verschiedene Methoden verwendet. Einige Systeme nutzen ein Sterne-Ranking oder binäre Darstellungsformen (z.B. „Daumen hoch/runter“-Icons), andere verwenden stattdessen Erkenntnisse der Linguistik, z.B. Lexika von Meinungswörtern; Meinungswörter sind Adjektive, die ein Objekt beschreiben (z.B. gut, schön, schlecht, ungeeignet,...). Eine Bewertung der Fähigkeiten dieser Systeme ist sehr schwierig, [11] weisen jedoch darauf hin, dass Systeme, welche syntaktische Analysen verwenden, meist eine höhere Präzision erreichen. Tabelle 1 stellt die einzelnen Systeme gegenüber; indem die verschiedenen Methoden nach den Aspekten der

Extraktion der Meinungswörter, deren Polaritätsbestimmung sowie der Präsentation der Ergebnisse dargestellt sind. Ausführliche Beschreibungen sind bei [11] und den Autoren der Systeme zu finden.

Verfahren	Grundlage der Polaritätsbestimmung	Syntaktische Analysen	Extraktion der Meinungswörter		Darstellung
			Eigenschaftsextraktion	Polaritätszuordnung	
Review Seer (2003)	Daumen hoch/runter	Nein	statistische Modelle Naive-Bayes-Klassifizierer		Liste von Sätzen
Red Opal (2007)	Sternbewertung		Häufigkeit der Wörter und Wortgruppen	Durchschnittl. Sternbewertung	Rangfolge von Produkten je Eigenschaft
Opinion Observer (2004)	Linguistische Ressourcen		NLProzessor Assoziationsersteller CBA	WordNet bewertet dominierende Polarität jeder Wortgruppe	Diagramme
WebFountain (2005)		Ja	bBNP Heuristik	Sentiment lexicon Sentiment patterns	Dynamisches Webinterface
OPINE (2005)			Web PMI	Relaxation labeling	k. A.

**Tabelle 1: Überblick aktueller Opinion-Mining-Verfahren in Anlehnung an [11]**

Im Gegensatz zum Themenfeld des Opinion Mining gibt es zurzeit nur wenige Ausarbeitungen im Rahmen der automatisierten Erkennung von Ironie und Sarkasmus. [17] arbeiteten an der Erkennung von Sarkasmus in der gesprochenen Sprache. Die ersten Untersuchungen auf andersmeinende Bemerkungen in Kundenbewertungen führten [19] durch. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde das Verfahren „Semi-supervised Algorithm for Sarcasm Identification“ (SASI) entwickelt, welches sarkastische Sätze in Kundenreviews von Amazon erkennt. Bei diesem System kommt eine halbüberwachte Klassifikationsmethode zum Einsatz, mit deren Hilfe die Autoren eine hohe Trefferquote erreichen konnten.

Der Einblick in das Forschungsfeld verdeutlicht, dass im Kontext des Opinion Mining sowohl fundierte Grundlagen gelegt, als auch vielversprechende Methoden und Systeme entwickelt worden sind. Dagegen besteht Forschungsbedarf bei der Erkennung von Ironie und Sarkasmus in Kundenrezensionen.

### 3 Analyse von Kundenrezensionen

Dieser Abschnitt ordnet das Forschungsfeld zunächst in den Rahmen der Business Intelligence ein und schafft anschließend mit einer Definition von Ironie und Sarkasmus ein einheitliches Verständnis. Darüber hinaus wird darauf eingegangen, welche Signale die Erkennung von Ironie und Sarkasmus ermöglichen.

#### 3.1 Einordnung in die Anwendungsdomäne des Opinion Mining

Die Methoden des Opinion Mining extrahieren Meinungen aus Textdokumenten. [13], S. 1 definiert das Opinion Mining als Extraktion von Attributen und Komponenten eines kommentierten Objekts; die Extraktion erfolgt aus Textdokumenten, die positive, negative oder neutrale Meinungswörter über das Objekt enthalten. Das Opinion Mining – auch Sentiment Analysis und

Subjectivity Analysis genannt ([14], S. 8) – kann daher besonders wichtige Informationen liefern, wenn Meinungen von Kunden über die Produktpalette eines Unternehmens ausgewertet werden sollen. Die Methoden des Opinion Mining werden wie Data- und Text-Mining-Methoden dem analyseorientierten Business-Intelligence-Verständnis zugeordnet ([5], S. 7).

[12], S. 411 identifiziert im Rahmen des Opinion Mining drei Bereiche mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen:

- „sentiment classification“: Die Analyse einer Aussage auf Dokumentenebene und Einstufung der Aussage als positiv oder negativ.
- „feature-based opinion mining and summarization“: Satzbasierte Identifikation von Eigenschaften (features) eines Objekts und Einstufung der Eigenschaften als positiv oder negativ.
- „comparative sentence and relation mining“: Der Vergleich von Objekten und Eigenschaften sowie Identifikation des präferierten Objekts.

Da von Kunden sowohl die Objekte selbst, aber auch deren Eigenschaften ironisch bewertet werden, ordnet sich die vorliegende Arbeit dem Bereich des feature-based opinion mining zu. Dadurch können die Inhalte eines Textdokuments auf Satzebene analysiert und somit auch Bewertungen von Produkteigenschaften identifiziert werden.

### 3.2 Der Text-Mining-Prozess

Da die Opinion-Mining-Verfahren gemäß der Definition Erkenntnisse aus Textdokumenten beziehen, werden sie direkt von den Methoden aus dem Bereich des Text Mining unterstützt. Für Analysen im Rahmen des Text Mining beschreiben [8] einen iterativen Prozess, der an den für Data-Mining-Projekte bekannten Prozess „Knowledge Discovery in Databases“ von [2] angelehnt ist.



**Bild 1:** Der Text-Mining-Prozess in Anlehnung an [8], S. 288

Bei der einleitenden Aufgabendefinition werden betriebswirtschaftliche Problemstellungen bestimmt und daraus Text-Mining-Ziele abgeleitet (z.B. Marktforschung, Wissensmanagement,...). Im Anschluss an die Zieldefinition erfolgt die Identifizierung der potenziell relevanten Dokumente. Daten aus dem Web können in diesem Schritt mittels manueller Textarchivierung oder automatisiert mit Hilfe von Web Crawlern gespeichert werden.

Nachdem die Datengrundlage für die Textanalyse bereitsteht, müssen die unstrukturierten Daten aufbereitet und in eine vereinheitlichte, strukturierte Form gebracht werden. Dazu kommen Techniken wie Natural Language Processing ([8], S. 288f.), Stemming ([3], S. 40f.) oder Part-Of-Speech-Tagging ([15], S. 1ff.) zum Einsatz, um Terme aus den Sätzen zu extrahieren. Im Anschluss können Analyseverfahren angewendet werden: Dazu zählen Klassifikationsverfahren, welche die Texte in vorgegebene Kategorien einordnen, Segmentierungsverfahren, welche



ähnliche Texte zusammenführen und als Gruppe darstellen, und Abhängigkeitsanalysen, welche das gemeinsame Auftreten von Termen untersuchen.

Zum Abschluss des Prozesses erfolgen die Interpretation und Bewertung der handlungsrelevanten Ergebnisse sowie die Anwendung dieser Erkenntnisse z.B. im Bereich des Customer Relationship Managements.

### **3.3 Ironie und Sarkasmus in Kundenrezensionen**

#### **3.3.1 Definition und Motive**

[10], S. 141 definiert Ironie als eine Möglichkeit, „Einstellung oder Gefühle auszudrücken, die man nicht hat, und gleichzeitig zu verstehen zu geben, dass man sie nicht hat.“. Daneben ordnet er den Begriff Sarkasmus als eine Form der Ironie ein: Sarkasmus wird als eine Ironisierung von Unrecht und Leid beschrieben. Das weitere Vorgehen konzentriert sich daher auf das Konzept der Ironie, da Sarkasmus in der Literatur eine übertriebene Unterform der Ironie darstellt ([10], S. 110ff.).

Die Intention für die Nutzung von Ironie ist die Bewertung von Personen, Handlungen, Objekten und Eigenschaften ([7], S. 162). Hierbei können ironische Bewertungen sowohl positiv als auch negativ sein. Empirische Untersuchungen belegen, dass mit Hilfe von Ironie aber fast ausschließlich negativ bewertet wird ([7] und [4]).

Die Verwendung von Ironie spielt in Kundenrezensionen eine bewertende Rolle, indem der Kunde seine Meinung durch indirekte und direkte Aussagen verschleiert. Die Gründe für diese Verstellung seiner eigentlichen Meinung können soziale Aspekte, aber auch eine Verstärkung seiner Bewertung sein. Die Reaktionen sind trotz der mitunter erheiternden Wirkung sehr unterschiedlich und abhängig von der jeweiligen Situation, dem Kontext und der Erkennung der Ironie ([7], S. 167f.; [6], S. 198).

#### **3.3.2 Ironiesignale und Erkennungsmöglichkeiten**

Gemäß der Definition von [10] wird die Verwendung von Ironie signalisiert und dem Empfänger so ermöglicht, sie zu erkennen und die Aussage richtig zu bewerten. In der Literatur ist man sich einig, dass es dafür zwar unbegrenzte Möglichkeiten gibt ([10], S. 30; [7], S. 177), dass aber das Wissen um den Kontext und die Situation einer Aussage die Erkennung von Ironie erleichtert ([6], S. 153).

Zur Verdeutlichung werden die Decodierungsebenen von [16], S. 25ff. herangezogen. Er erläutert in seinem Kommunikationsmodell, dass die Aussage einer Person vier Botschaften enthält: die Sachebene (Informationen, Daten, Sachverhalte), die Selbstkundgabe (Persönlichkeit des Sprechers), den Beziehungshinweis (Verhältnis der kommunizierenden Personen) sowie den Appell (Einflussnahme auf den Empfänger). Das Modell veranschaulicht die Problematik bei der Analyse von niedergeschriebenen Aussagen, da in Texten nur die Sachebene und der Appell extrahiert werden können. Die Selbstkundgabe und der Beziehungshinweis sind dagegen in der geschriebenen Sprache nicht eindeutig wahrnehmbar. Für das Verständnis eines Lesers ist es daher notwendig, den Kontext zu kennen und / oder die integrierten Signale zu deuten, um Ironie in der Aussage feststellen zu können.

In diesem Zusammenhang können Ironiesignale in Anlehnung an das Categoriesystem von [6] in verschiedene Ebenen unterteilt werden. Für die Analyse von Ironie können Elemente aus der

phonologisch-graphemischen und der morphologisch-syntaktischen Ebene herangezogen werden. Im Rahmen der phonologisch-graphemischen Ebene sind Anführungszeichen, Ausrufezeichen, Kursivschriften, Großbuchstaben („Lautstärke“ einer Aussage) und Smileys (Mimik und Gestik bzw. Emotionen) Anzeichen für ironische Bemerkungen. Auf der morphologisch-syntaktischen Ebene können Wörter und Wortgruppen untersucht werden, welche Superlative darstellen, um eine eventuelle Signalisierung von Ironie erkennen zu können.

Wie in den Ausführungen erkenntlich wird, ist es problematisch, ironische Äußerungen ohne den Kontext oder deutliche Signale zu identifizieren. Vor allem die Kenntnis des Kontexts einer Aussage erleichtert die Identifikation von Ironie wesentlich.

## 4 Identifikation von Ironie bei [19]

Bei der Betrachtung des Forschungsfelds wurde festgestellt, dass [19] einen vielversprechenden Ansatz entwickelt haben, der Ironie in Rezensionen erkennen kann.

Der Prozess SASI ist ein halbüberwachter Algorithmus, der Trainingsdaten benötigt, welche von Menschen erstellt und für den jeweiligen Kontext Eigenschaften bzw. Bewertungen aufweisen. Das Verfahren lässt sich in zwei Stufen einteilen: Im ersten Schritt werden mit Hilfe des halbüberwachten Algorithmus Muster ausfindig gemacht, welche für die spätere Identifikation von Ironie genutzt werden können. Im zweiten Schritt werden erkannte Sätze in einen bestimmten Wertebereich klassifiziert, welcher die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ironie angibt.

Die Analyse der Kundenrezensionen erfolgt durch den Vergleich mit den gegebenen Mustern, die eine Einstufung über ihre ironische Tendenz besitzen. Die Kundenrezensionen werden hierbei anhand des Trainingsdatensatzes analysiert und auf mögliche ironische Äußerungen bzw. Muster überprüft und entsprechend bewertet.

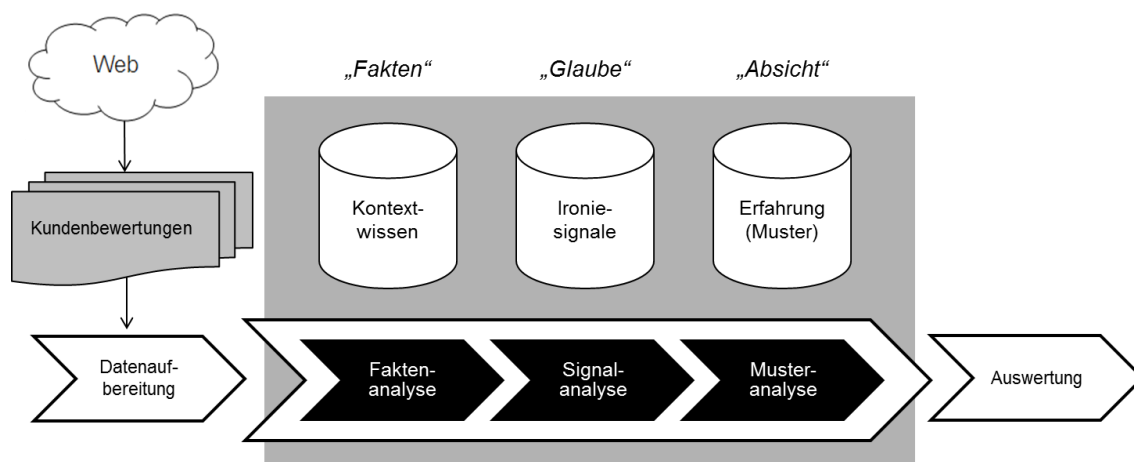
Ein Vorteil des Verfahrens ist seine Einfachheit, da weder Part-of-Speech-Tagging noch statistische Vorberechnungen oder andere linguistischen Grundlagen benötigt werden. Die Nutzung von Mustern ermöglicht die Verwendung für eine Vielzahl verschiedener Produkte, wodurch das Verfahren sehr flexibel eingesetzt werden kann.

Als Kritikpunkte des Verfahrens werden die Nichtberücksichtigung des Kontextes sowie der Ironiesignale angesehen. Obwohl diese Komponenten als Voraussetzungen für die Erkennung festgestellt wurden (s. Abschnitt 3.3.2), werden sie in diesem Verfahren nicht beachtet. Ironiesignale werden nur berücksichtigt, wenn diese im Trainingsdatensatz vorhanden sind und erkannt wurden. Da ironische Bemerkungen vielfältig ausfallen können, ist es fraglich, ob der gegebene Trainingsdatensatz alle Ausprägungen von Ironie abdecken kann. Ebenso bietet die Analyse der Produkteigenschaften Potenzial für Verbesserungen, indem überprüft wird, ob die Beurteilung der Komponente oder eines Features im logischen Zusammenhang mit dem Produkt steht. Dabei könnte beispielsweise eine Wertung einer Eigenschaft, welche das Produkt nicht besitzt, auf Ironie untersucht werden.

## 5 Konzeption zur Erkennung von Ironie

Die Grundlagen der folgenden Konzepterstellung beruhen auf den vorangegangenen Betrachtungen und den empirischen Untersuchungen von [20], die Kinder ab vier Jahren daraufhin untersuchte, ob sie in der Lage sind, Ironie zu erkennen. Nach den Ergebnissen ihrer Studie

schlussfolgerte [20], S. 147ff. die drei wesentlichen Punkte „Fakten“, „Glauben“ und „Absicht“, welche eine Erkennung von Ironie ermöglichen. Bei den „Fakten“ soll der Rezipient die Wahrheit oder Unwahrheit einer Aussage anhand von gegebenen Informationen unterscheiden können. Bei der Analyse des „Glaubens“ soll untersucht werden, ob eine falsche Äußerung absichtlich oder aufrichtig erfolgte. Es soll erstens die Überzeugung des Sprechers herausgefunden werden, vor allem wenn der Sachverhalt nicht bekannt oder die Bemerkung subjektiv ist. Sollte die Äußerung nach der objektiven Feststellung falsch sein, muss als Zweites festgelegt werden, ob die Falschheit beabsichtigt (bspw. Lüge oder Ironie) oder unbeabsichtigt (bspw. Fehler oder Irrtum) war. Der dritte Faktor wird als die „Absicht“ des Sprechers beschrieben. Hierbei sollen vor allem bewusste, falsche Aussagen dahingehend überprüft werden, ob diese eine Täuschung oder Ironie waren. Die Voraussetzung für diese Analyse besteht in der Erfahrung und dem Wissen des Rezipienten, um schlussfolgern zu können, wie eine Aussage gemeint war. Das Konzept wurde in Anlehnung an das Vorgehensmodell von [8] erstellt (vgl. Bild 1) und ist nachfolgend abgebildet.



**Bild 2:** Prozess zur Identifikation von Ironie (eigene Darstellung)

In jeder Analysephase werden die Aussagen auf bestimmte Merkmale untersucht, die Ironie andeuten könnten. Je nach Merkmal wird anschließend eine Bewertung in Form einer Ironiestufe vergeben; in Anlehnung an [19] erstreckt sich der Wertebereich von 1 (keine ironische Aussage) bis 5 (höchstwahrscheinlich eine ironische Aussage). Die Beschreibung der einzelnen Phasen folgt in den nächsten Abschnitten.

## 5.1 Faktenanalyse

Die Untersuchung der Kundenrezensionen beginnt mit der Faktenanalyse, welche den Kontext einer Bewertung analysiert. Dadurch soll der Inhalt mit Hilfe einer im Hintergrund arbeitenden Produktdatenbank auf widersprüchliche Aussagen geprüft werden. Es wird nach Angaben gesucht, welche mit der eigentlichen Produktbewertung in keinem logischen Zusammenhang stehen. Im ersten Schritt werden Produkteigenschaften und die dazugehörigen Meinungswörter auf ihre Zusammengehörigkeit geprüft. Dabei soll untersucht werden, ob das gefundene Meinungswort für die Produkteigenschaft verwendet werden kann. Im zweiten Schritt wird nach bewerteten Kontextwörtern gesucht, welche keine Korrelation mit dem jeweiligen Produkt besitzen. Dadurch wird überprüft, ob der Autor tatsächlich das gegebene Produkt bzw. dessen Eigenschaften oder ein anderes Objekt bewertet. Beschreibt der Autor ein Produkt, welches keinen

Zusammenhang und keine ähnlichen Produkteigenschaften aufweist, könnte die Verwendung von Ironie die Ursache sein, und die Äußerung wird mit Stufe 3 bewertet. Als Beispiel dient eine Aussage über einen Monitor: „Der Monitor ist ein super Spiegel!“ Dieser Satz verdeutlicht eine positive Bewertung eines Spiegels, was in einer Monitorbewertung als ironische Aussage eingestuft werden kann.

## 5.2 Signalanalyse

Im Anschluss an die Analyse der Kontextinformationen erfolgt die Untersuchung der Kundenrezensionen auf Ironiesignale, welche einen Anhaltspunkt für die Verwendung von sprachlichen Mitteln geben (s. Abschnitt 3.3.2).

### 5.2.1 Zeichenanalyse

Die Zeichenanalyse stellt das erste Verfahren der Untersuchung der Ironiesignale dar. Die Kundenrezensionen werden nach Anführungszeichen, Ausrufezeichen und Großbuchstaben durchsucht, welche erste Anzeichen für die Verwendung von Ironie sein können. Dabei werden die Anführungszeichen auf ihren Inhalt untersucht. Es wird davon ausgegangen, dass bei einer Markierung von Meinungswörtern mit Anführungszeichen auf erhöhte Hinweise von Ironie (Ironiestufe 4) geschlossen werden kann als im Vergleich zu anderen Wörtern. Bei Wortgruppen mit mehr als 3 Wörtern, welche zwischen zwei Anführungszeichen stehen, wird die Verwendung von Zitaten angenommen, so dass der Satz die Ironiestufe 2 erhält: In diesem Fall werden Ironiesignale in Form von Anführungszeichen im Text gefunden, aber eine Verwendung zur Signalisierung von Ironie wird in diesem Fall weniger angenommen. Bei durchgängig großgeschriebenen Wörtern oder Sätzen erfolgt ebenfalls die Analyse, ob ein Meinungswort darin enthalten ist. Wenn ein Meinungswort ausschließlich Großbuchstaben enthält, wird der Ironiewert auf 4 gesetzt. Dieser Wert ist damit begründet, dass die Großschreibung von Wörtern oder Satzteilen in Texten für unterschiedliche Betonungen eingesetzt wird, aber obwohl unterschiedliche „Lautstärken“ auf Ironie hinweisen können, ist die Nutzung der Großschreibung vielfältig. Der Gebrauch von Ausrufezeichen wird ebenfalls dafür genutzt, um unterschiedliche Betonungen auf bestimmte Aussagen zu verstärken. Dazu können mehrere Ausrufezeichen in Folge (bspw. „!!!“) oder einzeln innerhalb eines Satzes (bspw. „(!)“) verwendet werden. Da auch hierbei der Gebrauch verschiedene Gründe haben kann, erhalten Ausrufezeichen wie die Großschreibung einen Wert von 2 als Ironiestufe.

### 5.2.2 Emotionsanalyse

Im zweiten Teil der Signalanalyse wird die Emotionsanalyse durchgeführt. In diesem Prozess werden Emotionen untersucht, welche in Smileys, Abkürzungen und Akronymen ausgedrückt werden können. Mit Smileys können Mimik und Gestik übertragen werden, so dass der Rezipient in der Lage ist, die Gefühle des Autors zu interpretieren. Durch die große Anzahl an verschiedenen Smileys erfolgt für die Untersuchung eine Einteilung in die folgenden Klassen ([9], S. 21ff.). Zum einen werden positive Smileys, welche Lachen und fröhliche Gefühle zum Ausdruck bringen (z.B. „:-)“, „:)\“, „:D“, „:->“), betrachtet. Die zweite Gruppe besitzt negative Smileys, welche unglückliche und nicht zufriedene Gefühle darstellen (z.B. „:(“, „:(“ und „:-(“). In die dritte Gruppe werden ironische Smileys eingeordnet, welche Anzeichen geben, dass ein Autor seine Aussage nicht ernst meint (z.B. „;-)“, „^^“ und „:D“). Die dritte Gruppe, welche zweideutige Smileys besitzt, erhält den höchsten Wert von 4 im Vergleich zu den anderen Gruppen. Diese Entscheidung ist damit begründet, dass solche Smileys vorwiegend für Aussagen verwendet werden, die nicht

immer die Meinung des Autors widerspiegeln. Die Smileys der ersten und zweiten Klasse geben ohne weitere Merkmale keine Hinweise für die Verwendung von andersmeinenden Aussagen und erhalten den Wert 1. Dennoch werden sie in der Analyse betrachtet und es wird untersucht, ob ein positives Smiley mit einer negativen Aussage in Verbindung gebracht wird und umgekehrt. Die Aussage „Das ist doch schön! :-(" stellt einen Widerspruch zwischen der Aussage und den Gefühlen des Autors dar und erhält deswegen die Ironiestufe 3. Dieser Wert ergibt sich daraus, dass der erkannte Widerspruch zwischen dem Gesagten und dem Gemeinten, welche die Gefühle ausdrücken, auf Ironie hindeuten. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass dem Autor ein Irrtum oder Fehler unterlaufen ist, bspw. ein Rechtschreibfehler bei der Kammersetzung des Smileys. Deswegen wird dieser Wert nicht auf 4 oder 5 gesetzt. Weitere Möglichkeiten, um Emotionen im Web auszudrücken, sind Abkürzungen bzw. Akronyme, welche zwischen zwei Sternchen „\*“ geschrieben werden. Die Varianten, Emotionen mit diesen Mitteln darzustellen, sind genauso vielfältig wie bei Smileys. Aus diesem Grund werden verschiedene Formen in der Analyse betrachtet und in zwei Kategorien eingeteilt. Darstellungsformen wären bspw. \*freu\*, \*wein\*, \*lol\*. Diese Formen erhalten den Wert 2, da sie keine eindeutigen Hinweise auf Ironie geben, aber dennoch Emotionen ausdrücken. Der Wert 2 verdeutlicht hier die Erkennung der Emotion. Besondere Ausnahmen stellen die Formen \*ironie\*, \*spass\* und \*scherz\* dar, welche eine klare Bestätigung für die Verwendung von Ironie sind und deswegen den Wert 5 erhalten.

### 5.2.3 Superlativanalyse

Zum Abschluss der Signalanalyse wird bei der Superlativanalyse nach Über- und Unterreibungen gesucht. Als mögliche positive Superlative wären bspw. „am besten“, „die Schönste“, „das Schnellste“ oder „einzigartig“ zu nennen. Zu den negativen Superlativen zählen u. a. „das Schlechteste“, „die Langsamste“ oder „das Teuerste“. Die Nutzung von Superlativen mit gegensätzlicher Produktbeurteilung erhöht die Verwendung von Ironie. Für diese Analyse wird somit die Sternenvergabe der Kundenrezension für die Produktbenotung herangezogen. Die Beiträge mit positiven (/negativen) Superlativen und einer negativen (/positiven) Bewertung erhalten die Ironiestufe 4. In den anderen Fällen wird der Wert 2 vergeben.

### 5.3 Musteranalyse

Im Anschluss an die Signalanalyse folgt die Musteranalyse. In diesem Teilschritt sollen vordefinierte Muster in der Kundenrezension gefunden werden. Dieses Verfahren lehnt sich an den Algorithmus SASI von [19] an. Für die vorliegende Untersuchung wird mit Hilfe einer vereinfachten Implementierung des SASI-Prozesses untersucht, ob die erstellten Muster im Text gefunden werden können.

### 5.4 Auswertung

Nachdem die Einzelprozesse die Kundenrezensionen analysiert haben, können die Ergebnisse ausgewertet werden. Das Ziel des vorliegenden Beitrags besteht in der Identifikation von Kundenrezensionen mit ironischen Aussagen. Diese Aufgabe wird nach den beschriebenen Analysen gelöst, indem die Kundenrezensionen nach der maximal erkannten Ironiestufe geordnet werden. Somit dient der Maximalwert aus den einzelnen Analyseschritten für die Beurteilung der Kundenrezension. Sobald der Algorithmus Zeichen für Ironie in der Rezension erkannt hat, stuft der Prozess die Bewertung dementsprechend ein. Diese Kategorisierung soll auch dann

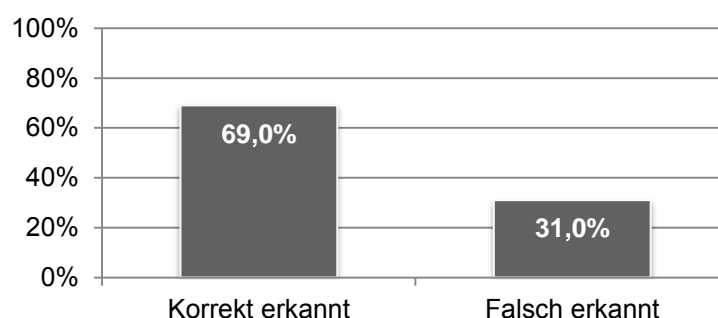
stattfinden, wenn nur ein Ironiesignal in einer Produktbeurteilung gefunden wird. Somit verdeutlicht die Ironiestufe für die Bewertung nicht, dass der gesamte Beitrag auf Ironie basiert, aber, dass er andersmeinende Aussagen enthält. Da in den Teilprozessen für jeden Satz ein Wert hinterlegt wird, ist in der Auswertung erkennbar, in welchem Satz die jeweilige Ironiestufe vergeben wurde. Damit kann nachvollzogen werden, in welchem Analyseprozess und aus welchem Grund die Einstufung erfolgte.

## 6 Ergebnisse

Für die Identifikation von Ironie wurde das Produkt „iPad“ des Herstellers Apple Inc. verwendet. Das iPad ist ein Tablet-PC, welcher mittels eines Touchdisplays bedient wird. Die Auswahl des Produkts wird damit begründet, dass die neuste Version des iPads zum Zeitpunkt der Analysen im März 2011 im deutschen Handel erschienen ist. Das Produkt verzeichnet eine hohe Nachfrage sowie hohe Verkaufszahlen, wodurch viele Kundenbewertungen im Internet existieren, welche kontrovers über Stärken und Schwächen des Produktes diskutieren. Für die Analyse wurden 71 Kundenbewertungen mit positiven, neutralen und negativen Bewertungen herangezogen und in einer Datenbank abgespeichert.

Die Kundenrezensionen wurden vor der Analyse auf Basis festgelegter Regeln bzgl. Ironie untersucht und erhielten die entsprechende Ironiestufe, welche in Tabelle 2 ersichtlich wird. Da die Wirkungen von Ironie bei jedem Leser sehr unterschiedlich sind, wird zusätzlich zu den Ironiestufen eine Aussage getroffen, ob die Rezension Ironie beinhaltet oder nicht. Dabei verdeutlichen die Ironiestufen 1-2, dass keine Ironie im Text vorhanden ist. Die Stufen 3-5 hingegen zeigen, dass ironische Aussagen in der Kundenrezension verwendet wurden. Diese Kategorisierung wird im Anschluss dafür verwendet, um ironische Kundenrezensionen identifizieren zu können und das System zu bewerten. Der konkrete Wert der Ironiestufe symbolisiert eine gewisse Wahrscheinlichkeit und Stärke, inwiefern ironische Aussagen in der Rezension auftauchen.

Bei der Evaluation des Systems ist eine korrekte Erkennung dann gegeben, sobald die Einstufung über das Vorhandensein von ironischen Aussagen mit der manuell vorher festgelegten Bewertung übereinstimmt. Bild 3 verdeutlicht, dass das System die Existenz von ironischen Inhalten in 69,0 % der Fälle korrekt erkannt hat.



**Bild 3:** Identifikation von Ironie in den Bewertungen (eigene Darstellung)

Zur detaillierten Analyse der festgestellten Ironiestufen stellt Tabelle 2 die im Vorfeld manuell festgelegten Werte denen gegenüber, die durch das System automatisiert vergeben wurden; die Schattierung zeigt die unterschiedliche Verteilung der konkreten Ironiestufen.

Im Vorfeld festgelegt

Sterne	Ironiestufe					Gesamt
	keine Ironie		Ironie vorhanden			
	1	2	3	4	5	
1	4	1	2	2	2	11
2	3	0	2	3	6	14
3	4	0	1	4	3	12
4	6	2	2	1	2	13
5	14	0	3	1	3	21
Gesamt	31	3	10	11	16	71

Ergebnisse der Analysen

Sterne	Ironiestufe					Gesamt
	keine Ironie		Ironie vorhanden			
	1	2	3	4	5	
1	1	2	5	3	0	11
2	0	0	6	7	1	14
3	1	3	4	4	0	12
4	0	0	7	6	0	13
5	4	4	8	5	0	21
Gesamt	6	9	30	25	1	71

**Tabelle 2: Vergleich der festgestellten Ironiestufen (eigene Darstellung)**

Die Idee, den Kontext, die Ironiesignale und die Muster zur Identifikation von ironischen Aussagen heranzuziehen, ergab positive Ergebnisse. Die Einstufungen der Ironiewerte sind realistisch, da nur durch weitere Untersuchungen genauere Werte ermittelt werden können. Als verbesserungsfähig wird vor allem die Faktenanalyse angesehen, da hier auch technische Grenzen in der Umsetzung vorhanden sind. Dennoch könnte durch eine erweiterte Produktdatenbank und durch detaillierte Zuordnungen der Meinungswörter an die Eigenschaften versucht werden, bessere Ergebnisse zu erzielen. Die Nutzung linguistischer Ressourcen erscheint hierbei ebenso hilfreich. Die genannten Verbesserungsvorschläge sollen darlegen, welches Potenzial hinter der Identifikation von Ironie steckt und wie weit der Stand der aktuellen Forschung ist.

## 7 Ausblick und Fazit

Das erstellte Konzept und die anschließende Implementierung zeigen, dass die entwickelten Algorithmen in der Lage sind, ironische Aussagen zu identifizieren. Im Rahmen der Arbeit wurden die Kundenrezensionen gemäß den Erkenntnissen in der Literatur auf Unstimmigkeiten im Kontext, auf mögliche Ironiesignale und auf Muster untersucht, welche auf nicht ernst gemeinte Aussagen hinweisen. Während das Verfahren von [19] lediglich Textmuster bei der Analyse betrachtet, wird der Text im vorgestellten Verfahren unter mehreren Blickwinkeln untersucht. Dadurch unterscheidet sich das Konzept von anderen Methoden. Durch die Identifikation der Ironie können die Aussagen bspw. in ironische und nicht ironische Aussagen unterteilt und im Anschluss von Opinion-Mining-Verfahren mit unterschiedlicher Parametrisierung untersucht werden.

Obwohl es verschiedene Möglichkeiten gibt, ironische Aussagen in Kundenrezensionen zu identifizieren, kann eine exakte Erkennung in jeder Bewertung durch einen Algorithmus nicht realisiert werden. Das liegt zum Teil an der Variantenvielfalt, in der Ironie verwendet werden kann, aber ebenso daran, dass auch ein Mensch selbst in der gesprochenen Sprache nicht immer in der Lage ist, die Ironie des Gegenübers zu erkennen. Dennoch existiert eine Vielzahl von weiteren Möglichkeiten, um die automatische Erkennung von nicht ernstgemeinten Aussagen zu optimieren. Somit könnten zukünftige Auswertungen von Kundenrezensionen sowie daraus resultierende Unternehmensstrategien verbessert werden.

## 8 Literatur

- [1] BitKom (2010): BITKOM-Presseinformation Online-Shopping. [http://www.bitkom.org/de/presse/66442\\_63892.aspx](http://www.bitkom.org/de/presse/66442_63892.aspx), Abgerufen am: 22.09.2011.
- [2] Fayyad, UM (1996): Advances in knowledge discovery and data mining, AAAI Press; MIT Press, Menlo Park, California.
- [3] Ferber, R (2003): Information Retrieval. 1. Auflage, dpunkt.verlag, Heidelberg.
- [4] Ghita, A (1993): Pragmatic Aspects of the Ironic Dialogue. In: Löffler, H. (Hrsg.), Dialoganalyse IV. Teil 1, Niemeyer, Tübingen.
- [5] Gluchowski, P (2001): Business Intelligence. Konzepte, Technologien und Einsatzbereiche. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 38(222):5-15.
- [6] Groeben, N; Scheele, B (1986): Produktion und Rezeption von Ironie. 2. Auflage, Narr, Tübingen.
- [7] Hartung, M (1998): Ironie in der Alltagssprache, Westdt. Verl., Opladen.
- [8] Hippner, H; Rentzmann, R (2006): Text Mining. Informatik-Spektrum 29(4):287-290.
- [9] Hoffarth, F (2003): Aspekte konzeptioneller Mündlichkeit in der Chat-Kommunikation. 1. Auflage, Grin Verlag GmbH, Norderstedt.
- [10] Lapp, E (1992): Linguistik der Ironie, Narr, Tübingen.
- [11] Lee, D; Joeng, O; Lee, S (2008): Opinion Mining of Customer Feedback Data on the Web. In: Proceedings of the 2nd international conference on Ubiquitous information management and communication.
- [12] Liu, B (2007): Web Data Mining, Springer Verlag, New York.
- [13] Liu, B (2008): Opinion Mining. In: Proceedings of the 17th International World Wide Web Conference, Beijing, China.
- [14] Pang, B; Lee, L; Vaithyanathan, S (2002): Thumbs up? Sentiment Classification using Machine Learning Techniques. In: Proceedings of the EMNLP.
- [15] Santorini, B (1991): Part-of-Speech Tagging Guidelines for the Penn Treebank Project. <http://www.ims.uni-stuttgart.de/projekte/corplex/TreeTagger/Penn-Treebank-Tagset.pdf>, Abgerufen am: 22.09.2011.
- [16] Schulz Thun, F von (2008): Miteinander reden - 1: Störungen und Klärungen. 46. Auflage, Rowohlt-Taschenbuch-Verlag, Reinbek bei Hamburg.
- [17] Tepperman, J; Traum, DR; Narayanan, S (2006): Yeah right: Sarcasm recognition for spoken dialogue systems. in: INTERSPEECH 2006 - ICSLP.
- [18] Töpfer, A (2005): Betriebswirtschaftslehre - Anwendungs- und prozessorientierte Grundlagen, Springer, Berlin.
- [19] Tsur, O; Davidov, D; Rappoport, A (2010): ICWSM - A Great Catchy Name: Semi-Supervised Recognition of Sarcastic Sentences in Online Product Reviews. In: Proceedings of the International AAAI Conference on Weblogs and Social Media.
- [20] Winner, E (1988): The point of words, Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.



# **Intelligent Information Systems**



# Heuristiken zur multikriteriellen Komposition von Diensten in dienstbasierten Informationssystemen

**René Ramacher**

FernUniversität in Hagen, Lehrstuhl für Unternehmensweite Softwaresysteme,  
58084 Hagen, E-Mail: rene.ramacher@fernuni-hagen.de

**Lars Mönch**

FernUniversität in Hagen, Lehrstuhl für Unternehmensweite Softwaresysteme,  
58084 Hagen, E-Mail: lars.moench@fernuni-hagen.de

## Abstract

Service-orientierte Architekturen unterstützen die Bereitstellung von Anwendungsfunktionalität durch Dienstkomposition. Dabei werden nicht-funktionale Attribute betrachtet, um zwischen funktional gleichwertigen Diensten zu unterscheiden. Wir untersuchen die Auswahl von Diensten aus einer Menge von Dienstkandidaten für den Fall einer sequentiellen Komposition, so dass die Kosten des komponierten Dienstes eine vorgegebene Schranke nicht überschreiten und gleichzeitig die Ausführungszeit minimiert und die Verfügbarkeit des komponierten Dienstes maximiert wird. Da dieses Problem NP-schwer ist, wird ein genetischer Algorithmus zur Ermittlung der Menge von Pareto-optimalen Lösungen vorgeschlagen, der mit problemspezifischen Heuristiken kombiniert wird. Die Ergebnisse numerischer Experimente mit zufällig erzeugten Probleminstanzen zeigen die Leistungsfähigkeit des Ansatzes.

## 1 Einleitung und Motivation

Service-orientierte Architekturen (SOA) werden in jüngerer Zeit als Architekturparadigma für unternehmensweite IT-Systeme vorgeschlagen, um deren Ausrichtung an den Geschäftsprozessen eines Unternehmens zu verbessern [10]. Das SOA-Paradigma sieht die Bereitstellung von IT-Leistungen in Form von lose gekoppelten Diensten vor. Neue Dienste können durch die Komposition von existierenden Diensten realisiert werden. Durch die Komposition von Diensten erfolgt eine Wiederverwendung von existierender Funktionalität auf hohem Abstraktionsniveau, wodurch die Anpassung der bereitgestellten IT-Funktionen im Idealfall beschleunigt und deren Qualität gesteigert werden kann [9,10].

Die lose Kopplung von Diensten ermöglicht eine dynamische Bindung von Diensten, wobei eine solche Bindung bedeutet, dass die zur Realisierung einer Komposition erforderlichen Dienste nicht bereits zur Entwurfszeit fest an die Dienstkomposition gebunden werden, sondern dass zu

diesem Zeitpunkt lediglich eine abstrakte Beschreibung der im Rahmen der Komposition durchzuführenden Aufgaben und der für die Aufgabenlösung erforderlichen Funktionalität erfolgt. Die Bindung an konkrete Dienste zur Erfüllung der Aufgaben erfolgt zur Ausführungszeit des komponierten Dienstes. Viele Fragestellungen der dynamischen Dienstkomposition sind bisher nicht ausreichend geklärt [9].

Bei der Beschreibung von Diensten werden auch nicht-funktionale Attribute zur Beschreibung der Dienstgüte, als Quality-of-Service (QoS) bezeichnet, und zur Abbildung von Zusicherungen an die Ausführungsbedingungen eines Dienstes (Service-Level-Agreement) verwendet. QoS-Attribute dienen der Differenzierung zwischen funktional gleichwertigen Diensten. Wichtige QoS-Attribute eines Dienstes sind seine Kosten sowie die Ausführungsgeschwindigkeit und die Verfügbarkeit des Dienstes. Die Dienstgüte einer Komposition wird von den QoS-Eigenschaften der Dienste bestimmt, die zur Realisierung der Dienstkomposition verwendet werden. Für die Kosten einer Dienstkomposition sind häufig Schranken vorgegeben, die nicht überschritten werden dürfen, während Diensteeigenschaften wie die Ausführungsgeschwindigkeit oder die Verfügbarkeit zu optimieren sind.

Optimierungsprobleme mit mehrfachen Zielsetzungen können unter Verwendung einer gewichteten Zielfunktion gelöst werden, wenn Informationen bezüglich der Wichtigkeit der Zielsetzungen bekannt sind, d. h., wenn Präferenzinformationen a priori vorliegen [3]. Solche Informationen liegen aber im Falle einer dynamischen Dienstkomposition typischerweise nicht vor. Das Ziel dieser Arbeit besteht folglich darin, Verfahren bereitzustellen, die eine Optimierung von mehrfachen Zielsetzungen ermöglichen, ohne die Ziele in eine Zielfunktion zu integrieren. Da typischerweise bei der Betrachtung von konkurrierenden Zielsetzungen keine eindeutige Lösung existiert, zielt ein solches Verfahren darauf ab, eine Menge von alternativen Lösungen zu bestimmen. Aus der Menge dieser Lösungen kann dann durch den Entscheider bzw. die Entscheidungseinheit im automatisierten Fall, in [4] werden dazu Softwareagenten vorgeschlagen, eine geeignete Dienstkomposition ausgewählt werden. In der Literatur sind bisher derartige Ansätze für Dienstkompositionsfragestellungen nur unzureichend betrachtet worden (vergl. [12] für einen solchen Ansatz). Insbesondere fehlt häufig eine Leistungsbewertung. In dieser Arbeit werden Heuristiken vorgeschlagen, die den generischen Non-Dominated-Sorting-Genetic-Algorithm II (NSGA-II) [1] mit problemspezifischen Verfahren kombinieren. Eine umfassende Leistungsbewertung auf Basis zufällig erzeugter Probleminstanzen erfolgt, die zeigt, dass die vorgeschlagenen Verfahren Dienstkompositionen hoher Güte mit akzeptablem Zeitaufwand finden.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut. Das untersuchte Dienstkompositionsmodell wird in Kapitel 2 beschrieben. Das zu lösende Problem wird als binäres Optimierungsproblem formuliert. Vorarbeiten werden diskutiert. Heuristiken zur Lösung des Problems werden in Kapitel 3 vorgeschlagen. Die Leistungsfähigkeit dieser Heuristiken wird in Kapitel 4 untersucht.

## 2 Dienstkompositionsmodell und Problemstellung

Wir betrachten in dieser Arbeit sequentielle Dienstkompositionen, bei denen  $n$  Aufgaben, als Tasks  $t_i$  bezeichnet, nacheinander ausgeführt werden. Ein Task ist eine Abstraktion von einem konkreten Dienst mit bestimmten funktionalen Anforderungen. Jedem Task  $t_i, i = 1, \dots, n$  ist eine Menge von Diensten  $S_i$  zugeordnet, welche die funktionalen Anforderungen von  $t_i$  erfüllen.

Um eine Dienstkomposition auszuführen, ist es erforderlich, an jeden Task  $t_i$  einen Dienst aus  $S_i$  zu binden. Ein Dienst, der an einem Task  $t_i$  gebunden ist, wird mit  $s_i$  bezeichnet. In bestimmten Situationen ist es erforderlich, zwischen den unterschiedlichen Diensten aus  $S_i$  zu unterscheiden. Dazu bezeichnen wir diese mit  $s_{ij}, j = 1, \dots, |S_i|$ . Eine Dienstkomposition, bei der an jeden Task genau ein Dienst gebunden ist, wird als konkrete Dienstkomposition bezeichnet. Wir bezeichnen die Menge aller Dienste und Dienstkompositionen mit  $S$ . Eine konkrete Dienstkomposition  $s$  hat somit in dieser Arbeit die Form  $s = (s_1, \dots, s_n)$  mit  $s_i \in S_i$ .

Zur Bewertung von Diensten und Dienstkompositionen werden QoS-Attribute betrachtet. Dabei wird Attribut  $k$  durch eine Bewertungsfunktion  $q_k$  repräsentiert, die jedem Dienst aus  $S_i, i = 1, \dots, n$  eine reelle Zahl zuordnet. Wir nehmen an, dass die Funktionen  $q_k$  bekannt sind. Der Wert eines QoS-Attributs  $q_k(s)$  einer Dienstkomposition  $s$  wird in dieser Arbeit aus den QoS-Attributen der ausgewählten, d.h. an die  $n$  Tasks gebundenen Dienste, durch Aufsummieren der Attributwerte der Dienste berechnet. Wir erhalten somit:

$$q_k(s) := \sum_{i=1}^n q_k(s_i). \quad (1)$$

Wir betrachten in dieser Arbeit ein Modellproblem, das die QoS-Attribute Ausführungszeit und Verfügbarkeit des jeweiligen Dienstes sowie die Kosten, die bei der Ausführung eines Dienstes entstehen, umfasst. Es ist leicht einzusehen, dass für einen komponierten Dienst die Attribute Ausführungszeit und Kosten entsprechend Gleichung (1) aus den entsprechenden Attributwerten der  $n$  Dienste berechnet werden können. Im Falle der Verfügbarkeit ergibt sich die Verfügbarkeit der Dienstkomposition als Produkt der Verfügbarkeiten der  $n$  Dienste, die zur Realisierung der Dienstkomposition verwendet werden. Durch Logarithmieren dieses Produktes kann aber auch in diesem Fall eine Bewertung wie in Gleichung (1) erreicht werden. Dem Attribut Ausführungszeit wird die Bewertungsfunktion  $q_1$  zugeordnet, dem Attribut Verfügbarkeit die Funktion  $q_2$  sowie dem Attribut Kosten die Funktion  $q_3$ .

Die Auswahl der an die  $n$  Tasks zu bindenden Dienste soll so erfolgen, dass die Attribute Kosten und Verfügbarkeit minimiert bzw. maximiert werden sollen, wobei die Maximierung durch Betrachten der jeweiligen negativen Bewertungsfunktion auf eine Minimierung zurückgeführt werden kann. Für das Kostenattribut fordern wir, dass für alle zulässigen Dienstkompositionen ein vorgegebener Wert  $Q_{max}$  nicht überschritten werden darf.

Prinzipiell können Optimierungsaufgaben mit mehrfacher Zielsetzung durch Zielgewichtung behandelt werden [3]. Falls  $t$  Ziele  $f_i$  zu berücksichtigen sind, betrachtet man die gewichtete

Zielfunktion  $f := \sum_{i=1}^t w_i f_i$  mit den Gewichten  $w_i \geq 0$  und  $\sum_{i=1}^t w_i = 1$ . Die Gewichte müssen dabei

a priori bekannt sein. Das betrachtete Dienstkompositionsmodell kann unter Verwendung einer solchen gewichteten Zielfunktion wie folgt als binäres lineares Optimierungsproblem formuliert werden. Die folgenden Indizes und Mengen werden im Modell verwendet:

- $i = 1, \dots, n$ : Index für Tasks,  
 $S_i$ : Menge der Dienstkandidaten für Task  $t_i$ ,  
 $j = 1, \dots, |S_i|$ : Index für Dienste, die zur Ausführung von Task  $t_i$  zur Verfügung stehen,  
 $k = 1, 2, 3$ : Index für QoS-Attribute.

Das Modell verwendet die folgenden Parameter:

- $q_k(s_{ij})$ : Wert des QoS-Attributs  $k$  für Dienst  $s_{ij} \in S_i$ ,  
 $Q_{max}$ : maximal möglicher Attributwert für das Kostenattribut einer Komposition,  
 $w_k, k = 1, 2$ : Gewicht für Attribut  $k$  in der gewichteten Zielfunktion.

Die folgenden Entscheidungsvariablen werden verwendet:

$$z_{ij} := \begin{cases} 1, & \text{falls Dienst } s_{ij} \text{ für Task } t_i \text{ ausgewählt wird} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (2)$$

Das Modell kann nun wie folgt formuliert werden:

Minimiere

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{|S_i|} (w_1 q_1(s_{ij}) + w_2 q_2(s_{ij})) z_{ij} \quad (3)$$

unter den Nebenbedingungen:

$$\sum_{j=1}^{|S_i|} z_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{|S_i|} q_3(s_{ij}) z_{ij} \leq Q_{max}, \quad (5)$$

$$z_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, |S_i|. \quad (6)$$

Die Zielfunktion (3) versucht, die gewichtete Summe aus Ausführungszeit und negativer logarithmierter Verfügbarkeit zu minimieren. Nebenbedingung (4) stellt sicher, dass für jeden Task  $t_i$  genau ein Dienst aus der Menge  $S_i$  ausgewählt wird. Durch Nebenbedingung (5) wird abgebildet, dass die Kosten für die Durchführung der resultierenden Dienstkomposition beschränkt sind. Nebenbedingung (6) stellt schließlich sicher, dass die Entscheidungsvariablen nur binäre Werte annehmen. Wir bemerken, dass ein Multiple-Choice-Knapsack-Problem (MCKP) vorliegt. Dieses Problem ist NP-schwer [6]. Demzufolge ist auch das von uns untersuchte Dienstkompositionsproblem NP-schwer.

Für Zielfunktion (3) ist erforderlich, dass die Gewichte  $w_i$  vorab bekannt sind. Wir können auf die gewichtete Zielfunktion (3) verzichten, wenn wir alle Pareto-optimalen Dienstkompositionen suchen, die Nebenbedingung (4) und (5) erfüllen. Allgemein ist eine zulässige Lösung  $x \in X$  einer Optimierungsaufgabe mit  $t$  Zielsetzungen Pareto-optimal, wenn in der Menge aller zulässigen Lösungen  $X$  keine Lösung  $x'$  existiert, so dass  $f_i(x') \leq f_i(x)$  für alle  $i = 1, \dots, t$  gilt und

in mindestens einer dieser Ungleichungen keine Gleichheit gilt [3]. Die Menge aller Pareto-optimalen Lösungen wird als Pareto-Front bezeichnet.

In dieser Arbeit schlagen wir Heuristiken zur Ermittlung der Pareto-Front für das Dienstkompositionsproblem (Service Composition Problem – SCP) vor, wobei die Nebenbedingungen (4) und (5) erfüllt sein müssen. Wir bemerken, dass das von uns betrachtete Problem leicht verallgemeinert werden kann, indem wir in Zielfunktion (3) anstelle der Bewertungsfunktionen für zwei QoS-Attribute  $m \geq 2$  derartige Attribute zulassen. Außerdem ist es möglich, anstelle der einzelnen Nebenbedingung (5) für maximal zulässige Werte der QoS-Attribute allgemeiner  $r \geq 1$  solcher Bedingungen zu verwenden. Wir verwenden die Bezeichnung  $SCP(m, r, W)$  und  $SCP(m, r, PF)$  für die jeweilige verallgemeinerte Problemstellung mit gewichteter Zielfunktion oder mit Pareto-Front.

Zen et al. [15] untersuchen eine Problemstellung vom Typ  $SCP(m, r, W)$ , bei der Dienstkompositionen mit Verzweigungen und Parallelisierungen betrachtet werden. Methoden der ganzzahligen Optimierung werden angewandt, um Lösungen zu ermitteln. Yu et al. [13, 14] betrachten ebenfalls eine  $SCP(m, r, W)$ -Problemstellung. Exakte Verfahren werden untersucht, die im Wesentlichen darauf basieren, dass das Problem ähnlich zu einem MCKP ist. Aufgrund der NP-Schwere des Dienstkompositionsproblems werden Metaheuristiken in der Literatur untersucht. Ein genetischer Algorithmus zur Lösung von  $SCP(m, 1, W)$  wird in [5] verwendet, während für dieses Problems in [7] ein Ameisenalgorithmus vorgeschlagen wird.

Während die bisher diskutierten Arbeiten stets eine gewichtete Zielfunktion verwenden, wird in [8] eine  $SCP(m, 0, PF)$ -Problemstellung behandelt. Eine NSGA-II-artige Heuristik wird vorgeschlagen, allerdings fehlen sowohl die Angabe der verwendeten Lösungsrepräsentation als auch Aussagen zur Leistungsfähigkeit der Heuristik. Zwei genetische Algorithmen für  $SCP(m, r, PF)$  werden in [12] beschrieben. Das  $E^3$ -Verfahren verwendet eine spezielle Fitness-Funktion, um die Konvergenz des genetischen Algorithmus in Richtung Pareto-optimaler Lösungen zu fördern. Eine gleichmäßige Verteilung der gefundenen Lösungen auf der Pareto-Front wird angestrebt. Im Gegensatz dazu zielt das  $X - E^3$ -Verfahren auf die Ermittlung der Extrem Lösungen der Pareto-Front ab. Beide Verfahren, auch kombiniert, sind leistungsfähiger als NSGA-II. Lediglich Heuristiken werden miteinander verglichen. Eine Leistungsbewertung findet nur auf Basis einiger weniger Probleminstanzen statt.

In der vorliegenden Arbeit entwickeln wir neben Heuristiken auch exakte Verfahren, um zumindest für Probleminstanzen geringer Größe die Leistungsfähigkeit der vorgeschlagenen Heuristiken untersuchen zu können. Außerdem kombinieren wir problemspezifische Heuristiken mit dem NSGA-II-Verfahren und führen eine umfassende Leistungsbewertung auf Basis zufällig erzeugter Probleminstanzen durch.

### 3 Heuristischer Lösungsansatz

In diesem Kapitel wird ein Lösungsverfahren für  $SCP(2, 1, PF)$  beschrieben. Im Abschnitt 3.1 wird zunächst die NSGA-II-Metaheuristik und deren Anwendung zur Lösung von  $SCP(2, 1, PF)$  dargestellt. Anschließend werden problemspezifische Heuristiken zur Erweiterung von NSGA-II vorgeschlagen. Im Abschnitt 3.3 wird schließlich ein Verfahren, das Pareto-optimale Lösungen ermittelt, entwickelt.

### 3.1 NSGA-II-basierter Lösungsansatz

NSGA-II ist ein auf den Prinzipien von genetischen Algorithmen basierendes Verfahren zur Approximation einer Pareto-Front. Der elitäre Selektionsoperator des NSGA-II teilt die Lösungen einer Population zunächst in disjunkte Mengen ein, die als Fronten bezeichnet werden. Eine Front, der eine Lösung  $y$  zugeordnet wird, wird durch die Lösungen festgelegt, die  $y$  dominieren. Der Fitnesswert einer Lösung wird anhand der Front bestimmt, der eine Lösung zugeordnet ist. Um eine Streuung der Lösungen zu erreichen, wird ein Crowding-Operator verwendet, durch den Lösungen zusätzlich anhand ihres Abstands zu anderen Lösungen bewertet werden.

Um NSGA-II zur heuristischen Lösung von  $SCP(2,1,PF)$  zu verwenden, muss eine geeignete Lösungsrepräsentation innerhalb der Chromosomen erfolgen. Wir verwenden dafür in dieser Arbeit ein Feld der Form  $(j_1, \dots, j_n)$ . Der  $i$ -te Eintrag stellt dabei den Index des Dienstes  $s_i \in S_i$  dar, der an Task  $t_i$  gebunden ist, wobei  $j_i$  eine natürliche Zahl mit  $1 \leq j_i \leq |S_i|$  ist.

Ein Uniform-Crossover-Operator wird verwendet, der für jeden Feldeintrag des Kindchromosoms zunächst mit Wahrscheinlichkeit 0.5 eines der beiden Elternchromosomen zufällig auswählt und dann dessen Feldeintrag übernimmt. In den numerischen Experimenten war dieser Crossover-Operator anderen Operatoren wie zum Beispiel One-Point- oder Two-Point-Crossover überlegen. Als Mutationsoperator wird ein zufälliger Austausch zwischen Feldeinträgen verwendet. Dazu wird ein Chromosom mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_m$  für eine Mutation ausgewählt. Für das  $i$ -te Feld wird mit einer Wahrscheinlichkeit von  $p_g$  zufällig ein neuer Dienst  $s_i \in S_i$  ausgewählt, wobei die Dienste aus  $S_i$  gleichwahrscheinlich sind.

### 3.2 Problemspezifische Erweiterungen von NSGA-II

Aus der Literatur ist bekannt, dass die Leistungsfähigkeit von NSGA-II erhöht werden kann, wenn NSGA-II mit lokalen Suchverfahren kombiniert wird [2]. Deshalb schlagen wir die Anwendung von problemspezifischen Heuristiken innerhalb von NSGA-II für  $SCP(2,1,PF)$  vor. Wir bezeichnen diese Heuristiken mit HR bzw. HI.

Durch eine zufällige Initialisierung der Startpopulation oder durch Anwendung der genetischen Operatoren können unzulässige Lösungen  $s$  entstehen, bei denen Nebenbedingung (5) verletzt ist. Die HR-Heuristik versucht, eine unzulässige Lösung  $s = (s_1, \dots, s_n)$  in eine zulässige zu überführen. Die Menge  $\tilde{S} = \{s_{ij} \mid s_{ij} \in S_i, q_3(s_{ij}) < q_3(s_i)\}$  wird dazu betrachtet. Wir versuchen nun, Dienste aus  $\tilde{S}$  so auszuwählen, dass der Wert für  $q_3$  sich verringert, um Nebenbedingung (5) zu erfüllen, und gleichzeitig der Wert der zu minimierenden QoS-Attribute möglichst gering erhöht wird. Wir betrachten für jeden Dienst  $s_{ij} \in \tilde{S}$  den folgenden Quotienten:

$$\mu(i, j) := \frac{w_1(q_1(s_{ij}) - q_1(s_i)) + w_2(q_2(s_{ij}) - q_2(s_i))}{(q_3(s_i) - q_3(s_{ij}))}, \quad (7)$$

wobei die  $w_i$  Gewichte sind. Wir wählen den Dienst  $s_{ij} \in \tilde{S}$  aus, der zum kleinsten Wert von  $\mu(i, j)$  führt. Falls mehrere solcher Dienste existieren, wird zufällig einer gewählt. Durch dieses Vorgehen wird sichergestellt, dass einerseits der Zielfunktionszuwachs gering ist, gleichzeitig aber  $q_3$  möglichst stark verringert wird. Wenn die so gefundene Lösung  $s^*$  Nebenbedingung (5) erfüllt, wird das Verfahren beendet, ansonsten für  $s^*$  wiederholt. Da in  $\tilde{S}$  alle möglichen Dienste



berücksichtigt werden, die den Wert von  $q_3$  verringern, ist bei der Anwendung von HR garantiert, dass eine zulässige Lösung gefunden wird, falls eine solche existiert.

Für eine zulässige Lösung  $s$  existiert ein  $\Delta \geq 0$ , so dass  $q_3(s) + \Delta = Q_{\max}$  gilt. Die HI-Heuristik versucht, ein geeignetes  $\Delta$  zu nutzen, um die Werte von  $q_1$  und  $q_2$  weiter zu verringern, ohne dass  $\Delta$  negativ wird. Wir betrachten  $\bar{S} = \{s_{ij} \mid q_k(s_{ij}) < q_k(s_i), k = 1, 2\}$ . Der Dienst  $s_{ij} \in \bar{S}$  mit dem größten Wert für  $\mu(i, j)$  wird ausgewählt. Anschließend wird  $s_{ij}$  an  $t_i$  gebunden und für die daraus resultierende Lösung  $s^*$  überprüft, ob  $q_3(s^*) \leq Q_{\max}$  gilt. Falls die Bedingung erfüllt ist, wird das Verfahren für  $s^*$  wiederholt, andernfalls wird der letzte Austausch rückgängig gemacht und HI beendet.

Zur Berechnung von  $\mu(i, j)$  sind Gewichte  $w_i$  erforderlich. Diese werden für jedes  $s$  individuell abhängig von dessen Lage im Kriterienraum durch:

$$w_k(s) := (q_k^{\max} - q_k(s)) / (q_k^{\max} - q_k^{\min}), \quad k = 1, 2 \quad (8)$$

ermittelt, wobei mit  $q_k^{\max}$  bzw.  $q_k^{\min}$  der maximale bzw. minimal Wert des  $k$ -ten QoS-Attributs in der aktuellen Population bezeichnet werden. Gemäß der Wahl (8) werden für eine Lösung  $s$  besonders die Ziele stark priorisiert, deren Werte nah am individuellen Minimum des jeweiligen Ziels liegen. Diese Art der Gewichtswahl begünstigt eine vollständige Abtastung der Pareto-Front.

NSGA-II kann durch Aufnahme von Lösungen hoher Qualität in die Startpopulation beschleunigt werden. Dazu berechnen wir für eine lineare Kombination der Ziele optimale Lösungen, wobei  $q_3$  zunächst ebenfalls als zu minimierendes QoS-Attribut aufgefasst wird. Die Zielfunktion für die lineare Kombination der Ziele lautet in diesem Fall:

$$\sum_{i=1}^n (w_1 q_1(s_i) + w_2 q_2(s_i) + w_3 q_3(s_i)) \quad (9)$$

Für einen gegebenen Gewichtsvektor  $w := (w_1, w_2, w_3)$  lässt sich eine optimale Lösung leicht bestimmen, indem für jedes  $t_i$  der Dienst  $s_i$  gesucht wird, so dass der  $i$ -te Summand in (9) minimal wird. Durch  $W_g := \{(k_1/g, k_2/g, k_3/g) \mid k_i \in \{0, \dots, g\}, k_1 + k_2 + k_3 = g\}$  werden Gewichte gewählt, wobei durch die natürliche Zahl  $g$  die Anzahl der Gewichtsvektoren bestimmt wird. Sei  $s$  eine optimale Lösung für das Problem mit Zielfunktion (9) und  $w \in W_g$ . Auf  $s$  wird HR angewandt, um sicherzustellen, dass die Lösung zulässig ist. Außerdem werden Lösungen durch HI gegebenenfalls verbessert. Aus der Menge der so ermittelten Lösungen werden dominierte Lösungen entfernt. Die verbleibenden Lösungen werden in die Startpopulation aufgenommen. Falls die gewählte Populationsgröße so nicht erreicht wird, werden zufällig erzeugte Lösungen in die Population aufgenommen. Die Abkürzung NSGA-II-H wird für die Erweiterung von NSGA-II durch HR und HI verwendet.

### 3.3 Ermittlung von Pareto-optimalen Lösungen

Die in Abschnitt 3.1 und 3.2 vorgestellten Heuristiken bestimmen näherungsweise eine Pareto-Front, für deren Elemente dabei nicht gewährleistet ist, dass sie Pareto-optimal sind. Wir beschreiben nun ein Verfahren, das ausgehend von einer Approximation  $y_{\text{approx}}$  einer Pareto-Front

eine Front  $y_{opt}$  mit Pareto-optimalen Lösungen findet. Hierzu wird auf jede Lösung  $s \in y_{approx}$  das folgende binäre Optimierungsmodell angewendet, das ausgehend von  $s$  eine Pareto-optimale Lösung  $s_{opt}$  mit  $q_k(s_{opt}) \leq q_k(s)$  für  $k = 1, 2$  bestimmt. In Modell (3) – (6) wird Zielfunktion (3) durch  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{|S_i|} q_{m_l}(s_{ij}) z_{ij}$  ersetzt. Außerdem wird das Modell durch die Nebenbedingungen (10) und (11) erweitert. Das resultierende Modell wird in zwei Iterationen  $l = 1, 2$  gelöst. Die Indizes  $m_l \in \{1, 2\}$  bestimmen das in der  $l$ -ten Iteration zu minimierenden QoS-Attribut. Mit  $s^{l-1}$  wird die Lösung der  $l$ -ten Iteration bezeichnet. Für die erste Iteration wird  $s^0 := s$  für ein bestimmtes  $s \in y_{approx}$  verwendet. Die beiden zusätzlichen Nebenbedingungen lauten:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{|S_i|} q_1(s_{ij}) z_{ij} \leq q_1(s^{l-1}), \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{|S_i|} q_2(s_{ij}) z_{ij} \leq q_2(s^{l-1}). \quad (11)$$

Die modifizierte Zielfunktion dient der Minimierung des Wertes von  $q_{m_l}$ . Durch die Bedingungen (10), (11) wird sichergestellt, dass der Wert der entsprechenden QoS-Attribute nicht größer ist als in der vorhergehenden Iteration. Es ist unmittelbar einzusehen, dass die Auswahl der  $m_l$  eine Priorisierung der QoS-Attribute zur Folge hat, da erwartet wird, dass für die Minimierung des Wertes des in der ersten Iteration gewählten QoS-Attributes aufgrund von  $q_k(s^0) \geq q_k(s^1)$  mehr Optimierungsspielraum besteht. Zur Auswahl von  $m_l$  wird für eine Lösung  $s$  der Quotient (8) betrachtet. Mit der gleichen Argumentation wie in Abschnitt 3.2 wird das QoS-Attribut  $q_k$  mit dem größeren Wert für  $w_k(s)$  höher priorisiert. Falls  $w_k(s) = w_2(s)$  gilt, wird eines der beiden Attribute zufällig ausgewählt. Die Front  $y_{opt}$  kann weniger Lösungen enthalten als  $y_{approx}$ , da Lösungen aus  $y_{approx}$  zusammenfallen können. Wenn das Modell auf die durch NSGA-II-H gewonnene Pareto-Front angewendet wird, bezeichnen wir die Heuristik als IP.

## 4 Numerische Experimente

In Abschnitt 4.1 beschreiben wir die verwendeten Probleminstanzen und Leistungsmaße. Anschließend vergleichen wir die heuristischen Lösungen mit einer wahren Pareto-Front. Die Heuristiken werden untereinander in Abschnitt 4.3 verglichen.

### 4.1 Erzeugung von Probleminstanzen und Leistungsbewertung

Die Anzahl der Tasks und Dienstkandidaten werden als Faktoren für die Erzeugung von Probleminstanzen verwendet. Außerdem werden der Grad der Konvexität der zu erwarteten Pareto-Front für eine Probleminstanz sowie eine Konstante zur Festlegung von  $Q_{max}$  als zusätzliche Faktoren betrachtet. Tabelle 1 fasst das verwendete Versuchsdesign zusammen.

Zur Festlegung der Werte der QoS-Attribute wird für jeden Task zunächst die folgende Menge  $V = \{(x_1, x_2, x_3) | x_i \in [10i, 100i], 486x_1 + 243x_2 + 162x_3 = 102060, x_1, x_2 \in \mathbb{N}\}$  eingeführt. Die Punkte  $(10, 200, 300)$ ,  $(100, 20, 300)$ ,  $(100, 200, 30)$  liegen in der  $V$  definierenden Ebene.

Die Funktion  $t(x_1, x_2, x_3) = x_3 + r c \{(100 - x_1)/270\}^2 \{(200 - x_2)/540\}^2 \{(300 - x_3)/810\}^2$  wird eingeführt, wobei  $r \sim U(0,1)$  gilt und  $c$  die Krümmung der Fläche beeinflusst. Wir betrachten nun die Menge  $V' := \{(x_1, x_2, t(x_1, x_2, x_3)) | (x_1, x_2, x_3) \in V\}$ . Für jeden Dienst  $s_{ij}$  wählen wir dann zufällig die Attributwerte durch  $(q_1(s_{ij}), q_2(s_{ij}), q_3(s_{ij})) \in V'$ . Der Wert von  $Q_{max}$  in Nebenbedingung (5) ergibt sich für jede Problemistanz in Abhängigkeit von  $C$  durch die Festlegung

$$Q_{max} := \sum_{i=1}^n \left( \min_{j \in \{1, \dots, |S_i|\}} q_3(s_{ij}) + C \left( \max_{j \in \{1, \dots, |S_i|\}} q_3(s_{ij}) - \min_{j \in \{1, \dots, |S_i|\}} q_3(s_{ij}) \right) \right).$$

Faktor	Ausprägung	Anzahl
Anzahl der Tasks, $n$	10,20,30	3
Anzahl der Dienste pro Task, $ S_i $	10,20,30	3
Grad der Konvexität, $c$	-4,-2,2,4	4
Faktor zur Festlegung von $Q_{max}$ , $C$	2	1

**Tabelle 1: Faktoren zur Generierung der Problemistanzen**

Um eine Lösungs Menge  $y_{known}$  und eine Referenzmenge  $y_{true}$  zu vergleichen, werden kardinalitäts- und distanzbasierten Leistungsmaße in Anlehnung an [11, 16] verwendet. ONVG ist als die Anzahl der Elemente einer Pareto-Front definiert, d.h., es gilt  $ONVG(y_{known}) := |y_{known}|$ . Das *Error*-Maß bestimmt den relativen Fehler einer Pareto-Front im Vergleich zu  $y_{true}$  und ist durch

$$Error(y_{known}) := \sum_{i=1}^{|y_{known}|} e_i / |y_{known}|$$

gegeben, wobei die Indikatorvariable  $e_i$  den Wert 1 annimmt, falls  $y_i \notin y_{known} \cap y_{true}$  gilt. Außerdem betrachten wir die folgenden distanzbasierten Maße zur Bewertung einer Lösungs Menge im Vergleich zu einer Referenzmenge:

$$dist_1(y_{known}, y_{true}) := 1/|y_{true}| \sum_{y \in y_{true}} \min_{x \in y_{known}} d(x, y), \quad (12)$$

$$dist_2(y_{known}, y_{true}) := \max_{y \in y_{true}} \min_{x \in y_{known}} d(x, y), \quad (13)$$

wobei  $d(x, y) := \max_{i \in \{1,2\}} \left( \frac{1}{|q_i^{max} - q_i^{min}|} \right) |q_i(x) - q_i(y)|$  gilt. Das Maß  $dist_1$  bestimmt für jede Lösung  $y \in y_{true}$  die am nächsten liegende Lösung in  $y_{known}$  und ermittelt dann den durchschnittlichen Abstand, während  $dist_2$  für ein beliebiges  $y \in y_{true}$  den kleinsten Abstand zu einer Lösung  $x \in y_{known}$  sucht und dann das Maximum dieser Abstände verwendet.

Wir verwenden 350 Individuen in einer Population sowie 200 Generationen für NSGA-II bzw. NSGA-II-H. Die NSGA-II-artigen Verfahren wurden in C++ unter Verwendung des MOMHLib++-Rahmenwerks implementiert. LP-Solve wurde als MIP-Solver verwendet. Für die Mutation wird  $p_{mut} = 0.4$  und  $p_g = 0.1$  gewählt. Für die Initialisierung von NSGA-II-H wurde  $g=100$  verwendet. Zur Festlegung dieser Parameter wurden Pilotversuche durchgeführt. Fünf unabhängige GA-Wiederholungen wurden für jede Problemistanz durchgeführt.

## 4.2 Ergebnisse für kleine Problem instanzen

Für kleine Problem instanzen ist es möglich, die wahre Pareto-Front  $y_{true}$  unter Verwendung der  $\varepsilon$ -Methode [3] zu bestimmen. Dazu wird das Modell (3)-(6) verwendet, wobei die Zielfunktion (3) durch  $\sum_{i=1}^n q_1(s_{ij}) z_{ij}$  ersetzt und die zusätzliche Nebenbedingung

$$\sum_{i=1}^n q_2(s_{ij}) z_{ij} \leq \varepsilon_2^{(k)} \quad (14)$$

betrachtet wird. Das Modell wird iterativ gelöst. Die modifizierte Zielfunktion wird zur Minimierung des Wertes von  $q_1$  verwendet. Durch Nebenbedingung (14) wird der maximale Wert des QoS-Attributs  $q_2$  in Iteration  $k$  auf  $\varepsilon_2^{(k)}$  eingeschränkt, wobei wir in der ersten Iteration  $\varepsilon_2^{(1)} := \sum_{i=1}^n \max_{s_{ij} \in S_i} q_2(s_{ij})$  verwenden. Die optimale Lösung  $s_k$  des Modells in Iteration  $k$  minimiert den Wert von  $q_1$  unter Beachtung von Nebenbedingung (5) und (14).  $s_k$  ist aber nicht notwendigerweise eine Pareto-optimale Lösung, da es eine zulässige Lösung  $s'_k$  geben kann mit  $q_2(s'_k) \leq q_2(s_k)$  und  $q_1(s'_k) = q_1(s_k)$ . Zur Bestimmung von  $s'_k$  wird ein zweites Modell verwendet, das ebenfalls auf dem Modell (3)-(6) basiert, wobei die Zielfunktion (3) durch  $\sum_{i=1}^n q_2(s_{ij}) z_{ij}$  ersetzt und die folgende Nebenbedingung hinzugenommen wird:

$$\sum_{i=1}^n q_1(s_{ij}) z_{ij} \leq \varepsilon_1^{(k)}. \quad (15)$$

Wir verwenden  $\varepsilon_1^{(1)} := q_1(s_1)$ . Die optimale Lösung des zweiten Modells  $s'_k$  ist ebenfalls eine zulässige Lösung für die betrachtete Problem instanz. Da  $s'_k$  den Wert von  $q_2$  minimiert, ist  $s'_k$  auch eine Pareto-optimale Lösung für diese Problem instanz. In Iteration  $k+1$  wird nun  $\varepsilon_2^{(k+1)} := q_2(s'_k) - 1$  und  $\varepsilon_1^{(k+1)} := q_1(s_{k+1})$  gesetzt. Wir weisen darauf hin, dass für unsere Problem instanzen  $q_2$  ganzzahlig ist. Das Verfahren wird beendet, sobald keine zulässige Lösung durch das erste Modell gefunden werden kann. Es wird zur Abkürzung mit E-M bezeichnet. Das Verfahren wurde auf vier Problem instanzen mit  $n=10$ ,  $|S_i|=10$ ,  $C=0.05$  und  $c=-4$  angewandt. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

	NSGA-II	NSGA-II-H	IP	E-M
Error	0,283	0,000	0,000	0,000
dist <sub>1</sub>	0,028	0,000	0,000	0,000
dist <sub>2</sub>	0,093	0,000	0,000	0,000
ONVG	8,750	12,500	12,500	12,500

**Tabelle 2: Ergebnisse für kleine Problem instanzen**

NSGA-II-H findet für alle vier Problem instanzen die wahre Pareto-Front.  $y_{IP}$  stimmt dabei jeweils mit  $y_{NSGA-II-H}$  überein, da bereits in  $y_{NSGA-II-H}$  alle Lösungen Pareto-optimal sind.  $y_{NSGA-II}$  führt zu einem über alle vier Problem instanzen gemittelten Fehler von 28%. Die Werte für  $dist_1$  und  $dist_2$  zeigen jedoch, dass die dominierten Lösungen nahe an den Pareto-optimalen Lösungen

liegen. In  $y_{NSGA-II}$  sind weniger Lösungen als in  $y_{E-M}$  enthalten. Die Rechenzeit pro Instanz beträgt auf einem Pentium 4, 3.6 GHz PC mit 2 GB RAM für E-M bis zu 57 Sekunden, während für die übrigen Heuristiken 3 - 15 Sekunden erforderlich sind.

### 4.3 Ergebnisse für große Probleminstanzen

Für die Faktorkombinationen aus Tabelle 1 wurden jeweils zehn unabhängige Probleminstanzen erzeugt, insgesamt also 360 Instanzen. Als Referenzmenge  $y_{true}$  wird die Vereinigung der Pareto-Fronten  $y_{true} := y_{NSGA-II} \cup_{nondom} y_{NSGA-II-H} \cup_{nondom} y_{IP}$  für jede Probleminstanz verwendet, wobei dominierten Lösungen entfernt werden. In Tabelle 3 sind die Mittelwerte der Werte der Leistungsmaße über alle Probleminstanzen dargestellt.

	NSGA-II	NSGA-II-H	IP
<i>Error</i>	0,971	0,709	0,000
<i>dist<sub>1</sub></i>	0,458	0,005	<0,001
<i>dist<sub>2</sub></i>	0,845	0,057	0,039
<i>ONVG</i>	2,700	122	101
<i>Rechenzeit/Instanz (s)</i>	13	14	860

**Tabelle 3: Ergebnisse für große Probleminstanzen**

Tabelle 3 zeigt deutlich, dass NSGA-II-H NSGA-II überlegen ist. Der *ONVG*-Wert belegt, dass NSGA-II in vielen Fällen nicht in der Lage ist, viele zulässige Lösungen zu finden. Die hohen Werte für die restlichen Leistungsmaße zeigen, dass  $y_{NSGA-II}$  deutlich weiter von  $y_{true}$  entfernt ist als  $y_{NSGA-II-H}$ . Die Werte für *dist<sub>1</sub>* und *dist<sub>2</sub>* sind größer als 0. Dieses Verhalten wird dadurch verursacht, dass durch NSGA-II bezüglich  $y_{true}$  Pareto-optimale Lösungen ermittelt werden, die von keiner IP-Berechnung, von Lösungen in NSGA-II-H ausgehend, gefunden werden. Der direkte Vergleich zwischen NSGA-II-H und IP im Hinblick auf *Error* zeigt, dass für kleine Instanzen NSGA-II-H nahezu alle Pareto-optimalen Lösungen findet. Für größere Instanzen steigt der Wert von *Error* auf bis zu 70%, wobei auch hier *dist<sub>1</sub>* und *dist<sub>2</sub>* zeigen, dass sich die Lösungen, die nicht Pareto-optimal sind, in der Nähe von Pareto-optimalen Lösungen befinden. Aufgrund der Konstruktion von IP ist offensichtlich, dass von IP weniger Lösungen gefunden werden als von NSGA-II.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick auf weitere Arbeiten

Verschiedene Heuristiken zur Erweiterung von NSGA-II für  $SCP(2,1,PF)$  wurden vorgeschlagen. Ein IP-basiertes Verbesserungsverfahren wurde untersucht, das zur Bestimmung von Pareto-optimalen Lösungen verwendet wird. Die problemspezifischen Erweiterungen von NSGA-II finden Lösungen hoher Qualität. Trotz einer deutlich besseren Abtastung der Pareto-Front durch NSGA-II-H werden bei großen Probleminstanzen viele dominierte Lösungen gefunden, die sich allerdings in der Nähe Pareto-optimaler Lösungen befinden. Falls Pareto-Optimalität erforderlich ist, muss folglich auf das IP-Verfahren zurückgegriffen werden.

Im Rahmen von weiteren Forschungsarbeiten sollen die vorgeschlagenen Lösungsverfahren für  $SCP(m,r,PF)$  mit  $m > 2$  und  $r \geq 2$  verallgemeinert werden. Weiterhin werden in zukünftigen Forschungsarbeiten im Vergleich zu einer sequentiellen Dienstkomposition auch Kompositionen untersucht, in denen z.B. die parallele Ausführung von Tasks erlaubt ist.

## 6 Literatur

- [1] Deb, K; Pratap, A.; Agarwal, S; Meyarivan, T. (2002): A fast and elitist genetic algorithm: NSGA-II. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 6(2): 182-197.
- [2] Deb, K; Goel, T (2001): A hybrid multi-objective evolutionary approach to engineering shape design. In: Zitzler, E; Thiele, L; Deb, K; Coello, CA; Corne, D (Hrsg.), *Evolutionary Multi-Criterion Optimization*. Zürich, Schweiz.
- [3] Ehrgott, M (2010): *Multicriteria Optimization*. 2. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- [4] Huhns, MN (2008): Services must become more agent-like. *Wirtschaftsinformatik* 50(1): 5-7.
- [5] Jaeger, M; Muehl, G (2007): QoS-based selection of services: The implementation of a genetic algorithm. In: Braun, T; Carle, G; Stiller, B (Hrsg.), *KiVS 2007 Workshop: Service-Oriented Architectures und Service Oriented Computing (SOA/SOC)*. Bern, Schweiz.
- [6] Kellerer, H; Pferschy, U; Pisinger, D (2004): *Knapsack Problems*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- [7] Li, W; Yan-Xiang, H (2010): A Web service composition algorithm based on global QoS optimizing with MOCACO. In: Hsu, CH; Yang, LT; Park, JH; Yeo, SS (Hrsg), *Algorithms and Architectures for Parallel Processing*. Busan, Korea.
- [8] Liu, S; Liu, Y; Ning, J; Guifen, T; Yu, T (2005): A dynamic Web service selection strategy with QoS global optimization based on multi-objective genetic algorithm. In: Zhuge, H; Fox, GF (Hrsg.), *Grid and Cooperative Computing - GCC 2005, 4th International Conference*. Beijing, China.
- [9] Papazoglou, MP; Traverso, P; Dustar, S.; Leymann, F. (2008): Service-oriented computing: a research roadmap. *International Journal of Cooperative Information Systems* 17(2): 223-255.
- [10] Siedersleben, J (2007): SOA revisited: Komponentenorientierung bei Systemlandschaften. *Wirtschaftsinformatik* 49: 110-117.
- [11] Veldhuizen, VA (1999): *Multiobjective evolutionary algorithms: classification, analyses, and new innovations*. PhD Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Air Force Institute of Technology.
- [12] Wada, H; Suzuki, J; Yamano, Y; Katsuya, O (2011): E3: Multi-objective genetic algorithms for SLA-aware service deployment optimization problem. *IEEE Transactions on Services Computing*, angenommen zur Veröffentlichung.
- [13] Yu, T; Lin, K (2004): Service selection algorithms for Web services with end-to-end QoS constraints. *Information Systems and E-Business Management* 3(2): 106-126.
- [14] Yu, T; Zhang, Y; Lin, K (2007): Efficient algorithms for Web services selection with end-to-end QoS constraints. *ACM Transactions on the Web* 1(1): paper 6.
- [15] Zeng, L; Benatallah, B; Dumas, M; Kalagnanam, J; Sheng, Q (2003): Quality driven Web services composition. In: Hencsey, G; White, B (Hrsg), *Proceedings of the 12th International Conference on World Wide Web*. Budapest, Ungarn.
- [16] Zitzler, E; Thiele, L (1998): Multiobjective optimization using evolutionary algorithms - a comparative case study. In: Eiben, A; Bäck, T; Schoenauer, M; Schwefel, H (Hrsg), *Proceedings of the 5th International Conference on Parallel Problem Solving from Nature*. Amsterdam, Niederlande.

# Ein Revenue-Management-System zur multikriteriellen Kapazitätssteuerung im Umfeld des Cloud Computing

**Michael Mohaupt, Andreas Hilbert**

Technische Universität Dresden, Professur für Wirtschaftsinformatik,  
insbes. Informationssysteme im Dienstleistungsbereich,  
E-Mail: Michael.Mohaupt@mailbox.tu-dresden.de bzw. Andreas.Hilbert@tu-dresden.de

## Abstract

Die effiziente Nutzung beschränkter Kapazitätsressourcen ist ein kritischer Erfolgsfaktor für Cloud-Anbieter. Revenue-Management-Systeme steuern daher die eintreffenden Kundenanfragen unterschiedlicher Wertigkeit, um die Erlöse zu maximieren. Während die Annahme der Anfrage einen positiven Einfluss auf die Kundenloyalität haben kann, ist bei der Ablehnung deren Verringerung zu erwarten. Das traditionelle Optimierungsmodell, das nur eine Maximierung der kurzfristigen Transaktionserlöse vorsieht, wird daher um loyalitätsbeeinflussende Steuerungsentscheidungen erweitert, die sich auch auf die zukünftigen Umsätze und Cross Selling (d.h. langfristige Erfolgspotenzial) auswirken können. Eine Simulation des erweiterten Informationssystems in MATLAB wird zur Effizienzbeurteilung durchgeführt.

## 1 Problemstellung

Viele von Unternehmen genutzte IT-Anwendungen (z.B. Data Mining, Simulationen) und Dienste (z.B. Hosting) unterliegen einem stark schwankenden Bedarf an IT-Ressourcen. Zur Sicherstellung ihrer Verfügbarkeit sehen sich Unternehmen hohen Investitionen in eine adäquate IT-Infrastruktur gegenüber [13]. Der steigende Wettbewerbsdruck erfordert aber zudem die Konzentration auf die Kernkompetenzen zur Entwicklung neuer Produkte und Leistungen für Kunden und der Optimierung eigener Prozesse – unter der Herausforderung, die IT-Kosten so gering wie möglich zu halten [4]. Cloud Computing als vielversprechender Ansatz hat sowohl von Forschern als auch Praktikern ein steigendes Interesse erfahren, da es die Deckung dieses stark schwankenden Bedarfs der IT-Nutzer nach IT-Ressourcen zu angemessenen Preisen ermöglicht [2]. Cloud Computing soll hier als ein Pool aus einfach benutzbaren und zugänglichen virtualisierten Ressourcen (wie Hardware, Entwicklungsplattformen, Diensten) verstanden werden, die jeweils dynamisch an den schwankenden Bedarf angepasst werden können [16]. In sogenannten Clouds werden IT-Ressourcen wie CPU, Arbeitsspeicher, Speicherplatz und Bandbreite in einzelne Dienste gebündelt, die dann den Cloud-Benutzern zu unterschiedlichen Preisen angeboten werden. Durch die Inanspruchnahme jener Dienste können beim Cloud-Kunden zwischen 60 bis 80% der IT-Kosten eingespart werden [8]. Cloud-Anbieter sehen sich im Marktumfeld

einer unsicheren, zeitlich verteilten Nachfrage nach Dienstklassen unterschiedlicher Wertigkeit gegenüber [2]. Dies bedingt eine nicht-triviale Entscheidung über die Annahme bzw. Ablehnung von Buchungsanfragen. Auch weil das Risiko einer Fehleinschätzung des (zukünftigen) IT-Bedarfs vom Kunden auf den Anbieter übertragen wird [4], ist für letztere die effiziente Ressourcennutzung der beschränkten Ressourcen ein kritischer Erfolgsfaktor [17]. Im Rahmen des Revenue Managements (Kapazitätssteuerung) wird daher versucht, der Zielstellung einer erlösoptimalen Ressourcenallokation mit komplexen Steuerungsmethoden des Operations Research unter Mithilfe von informationstechnologischen Anwendungssystemen und unter Berücksichtigung einer breiten Datenbasis zu begegnen [15]. Da insbesondere die Kunden im Cloud Computing der ständigen Verfügbarkeit der IT-Ressourcen eine sehr hohe Bedeutung beimessen [16], können sich die Steuerungsentscheidungen des Anbieters zur Verfügbarkeit des angefragten Dienstes als Folge auf die Loyalität der Nachfrager auswirken. Während die Annahme einer Buchungsanfrage einen positiven Einfluss auf die Kundenloyalität haben kann, ist durch die Ablehnung der Dienstanfrage eine Gefährdung der Loyalität nicht ausgeschlossen [11], [18]. Diese Loyalitätsveränderungen werden sich dann auf den zukünftigen Umfang der Transaktionen und des Cross Selling niederschlagen [6]. Um langfristig Gewinne zu maximieren, sollten Cloud-Anbieter daher loyale Beziehungen mit Potenzial- (geringe aktuelle aber hohe zukünftige Wertbeiträge) und Referenzkunden (geringe direkte aber hohe indirekte Wertbeiträge) aufbauen [17]. Allerdings werden im Rahmen des traditionellen Optimierungsmodells nur die transaktionsorientierten Erlöse basierend auf der Zahlungsbereitschaft der Kunden maximiert. Die Steuerungsentscheidungen des Anbieters, die die Loyalität und somit zukünftige Erlöse beeinflussen können, werden nicht berücksichtigt. Als Folge kann der Aufbau von Beziehungen mit langfristig profitablen Kunden gefährdet sein. Nach den Ausführungen zum Revenue-Management-System und zur Kundenloyalität soll daher ein erweitertes Optimierungsmodell entwickelt und dieses im Rahmen einer Simulation mit dem traditionellen Modell verglichen werden.

## 2 Revenue-Management-System im Cloud Computing

Für den Cloud-Anbieter ergibt sich durch die Beteiligung des Kunden eine unsichere Einflussgröße bezüglich Umfang, Wert und zeitlichem Eintreffen der Nachfrage sowie der Kundenreaktion, falls das angefragte Angebot nicht verfügbar ist [15]. Des Weiteren bewirkt diese Integration, dass die angefragten Cloud-Dienste im Moment des Leistungskonsums erstellt werden und damit nicht lagerfähig sind. Folglich kann der Verzicht auf eine geeignete Kapazitätssteuerung dazu führen, dass ein Großteil der Kapazität für frühe, niederwertige Buchungsanfragen reserviert, die verfügbare Kapazität überbucht wird oder nicht in Anspruch genommene Reservierungen Leerkosten verursachen [17].

Die Bündelung der Kapazitätsressourcen zu Diensten mit unterschiedlicher Wertigkeit führt dazu, dass die Dienste um Ressourcen konkurrieren. Der Cloud-Anbieter muss daher sorgfältig über die Verwendung der beschränkten Kapazität entscheiden [13]. Trotz fehlender Kenntnis über den Umfang und den Wert der zukünftigen Anfragen muss bei Eintreffen einer Buchungsanfrage über deren Annahme bzw. Ablehnung entschieden werden. Bei Annahme einer niederwertigen Anfrage besteht die Gefahr, dass eine später eintreffende, höherwertige Anfrage mangels verfügbarer Kapazität abgelehnt werden muss (sog. Umsatzverdrängung). Im Fall der Ablehnung der niederwertigen Anfrage kann ein Umsatzverlust resultieren, falls solche höherwertigen Anfragen ausbleiben [15]. Die geeignete Steuerung, d.h. dem Abwägen zwischen



diesen entgegengesetzten erlösrelevanten Auswirkungen, stellt dabei den Gegenstand des Revenue Managements dar. Das Ziel der effizienten Nutzung der operativ unflexiblen Kapazität wird dabei über die (Gesamt)-Erlösmaximierung operationalisiert.

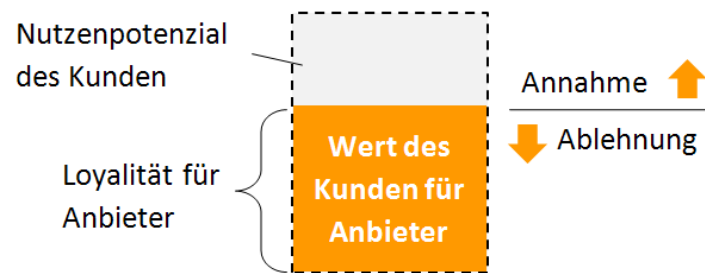
Die beschriebene Problematik im Revenue Management ist zwar grundsätzlich einer formal-quantitativen Modellierung und (teil)-automatischen Lösung zugänglich, erweist sich jedoch als sehr komplex, da die Merkmale optimierungswürdiger Entscheidungsprobleme (d.h. hinreichend kompliziert, datenintensiv und schnell zu entscheiden) erfüllt sind [9]. So müssen Revenue-Management-Systeme bspw. im Millisekundenbereich über die Annahme von Anfragen entscheiden und die Optimierungsaufgaben unterliegen oftmals solch hoher Berechnungsintensität, dass diese meist nur vor oder zu ausgewählten Zeitpunkten in der Buchungsperiode durchgeführt werden können [15]. Revenue-Management-Systeme können damit als intelligente Informationssysteme begriffen werden [12], die den Anwender bei der erlösoptimalen, (teil)-automatischen Ressourcenallokation entscheidend unterstützen. Jene Informationssysteme, die in der Lage sind, die richtigen Informationen zu sammeln und an Entscheidungspunkten zeitnah zur Verfügung zu stellen, können sich als kritischer Erfolgsfaktor erweisen und Vorteile gegenüber Wettbewerbern verschaffen [17].

Sollen auch die Auswirkungen der Steuerungsentscheidungen im Rahmen des Revenue Managements Berücksichtigung finden, so müssen auf strategischer Ebene neben den kapazitäts- bzw. transaktionsorientierten auch kundenbeziehungsorientierte Ziele formuliert werden. So kann zusätzlich zum (kurzfristigen) Erfolg durch die Maximierung der Erlöse aus der Kapazitätsnutzung auch das (langfristige) Erfolgspotenzial durch die Entwicklung profitabler Kundenbeziehungen etabliert werden. Im nächsten Abschnitt soll daher genauer auf die (langfristige) Kundenwertigkeit und -loyalität eingegangen werden.

### 3 Kundenloyalität und Kundenwert

Der Wert eines Cloud-Kunden für den Anbieter ist nicht auf den Gewinn der einzelnen Transaktion beschränkt, sondern ergibt sich als der gesamte Gewinn, den der Kunde während der Geschäftsbeziehung mit dem Anbieter beisteuert. Der Kundenwert (als Wert des Kunden aus Unternehmenssicht) stellt dem beziehungsorientierten Marketingparadigma zufolge eine zentrale Einflussgröße auf Managemententscheidungen dar und ist eng mit dem Shareholder Value verbunden [17]. Die Vielschichtigkeit der Wertbeiträge der Kunden und die daraus resultierende Variation der Kundenwerte und deren Einflussfaktoren erfordern daher eine entsprechende Differenzierung der Unternehmensaktivitäten. Der Kundenwert soll hier als das Produkt zweier Bestandteile verstanden werden (vgl. Bild 1, S. 4). Zunächst das vom Anbieter unabhängige Nutzenpotenzial des Kunden als Resultat der möglichen Inanspruchnahme der Leistungen *aller* Anbieter in zukünftigen Buchungsperioden. So beabsichtigt bspw. ein Cloud-Kunde 5000 € für IT-Dienste in den nächsten 12 Monaten auszugeben. Den zweiten Faktor bildet die gegenwärtige Loyalität des Kunden, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass die Beziehung mit dem Anbieter fortbestehen wird [6]. Dieser Bestandteil repräsentiert damit den Anteil des Nutzenpotenzials, den der Anbieter durch seine Leistungsbereitschaft beim Kunden abschöpfen kann. Den möglichen verbleibenden Rest teilt sich der Wettbewerb. Anbieter ohne (Loyalitäts-)Bindung gehen leer aus. Kundenloyalität äußert sich somit in einem grundsätzlichen Vertrauensverhältnis und einer allgemein positiven Einstellung des Kunden gegenüber dem Unternehmen. Die Kundenzufriedenheit (als Antezedenz der Loyalität) übt hier einen positiven Einfluss aus [7]. Wann immer

also die Steuerungsentscheidungen des Anbieters zur Verfügbarkeit der angefragten IT-Dienste sich auf die Loyalität auswirken, verändert sich auch der Kundenwert.

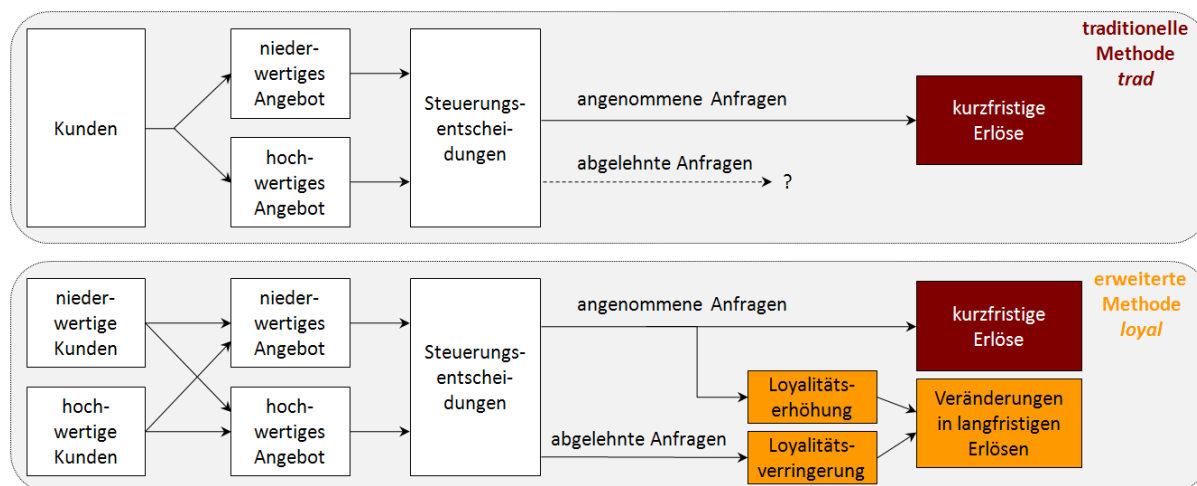


**Bild 1:** Wert des Cloud-Kunden für den Anbieter (in Anlehnung an [6])

Die Verfügbarkeit von IT-Diensten gilt als ein Qualitätskriterium in der Beurteilung des Cloud-Anbieters [8]. Insbesondere im Cloud Computing wird eine nahezu ständige Verfügbarkeit der IT-Dienste durch den Kunden erwartet, da sich diese häufig als kritisch für den Kerngeschäftsbetrieb und den Erfolg der eigenen Dienstleistungen erweisen. Typischerweise werden dafür Service-Level-Agreements zwischen Anbieter und Kunden vereinbart [16]. Da sich der Nutzen für den Cloud-Kunden u.a. aus der dynamischen Skalierung der IT-Ressourcen ergibt [4], ist somit auch die Annahme der angefragten IT-Dienste durch den Anbieter zur Deckung eines Bedarfsanstiegs beim Kunden von enormer Bedeutung. Sowohl der Ausverkauf der Kapazität als auch die Ablehnung der Buchungsanfrage im Rahmen der Erlösmaximierung resultieren für den Kunden in faktischer Verwehrung der Leistungsanspruchnahme, wenngleich letzterer Fall bei gegenteiliger Entscheidung (d.h. Annahme der Anfrage) durch den Anbieter vermeidbar wäre. Studien im Cloud Computing betonen die Wichtigkeit der Verfügbarkeit der (angefragten) IT-Ressourcen zur Sicherstellung der Kundenzufriedenheit und zum Aufbau von Vertrauen zum Anbieter [8], [16]. Andererseits kann die Nichtverfügbarkeit der IT-Dienste in negativen Kundenreaktionen wie Unzufriedenheit, Produkt- bzw. Kategoriewechsel (ggf. anderer Wertigkeit) und Kundenabwanderung münden [3], [4]. Dies ist insbesondere im Cloud Computing (mit Geschäftsbeziehungen im elektronischen Marktumfeld) als kritisch zu bewerten, da hier aufgrund hoher Akquisitionskosten nur treue Kunden langfristig profitabel sind [14]. Letztlich ist daher davon auszugehen, dass die Steuerungsentscheidungen des Anbieters im Rahmen des Revenue Managements (d.h. sowohl Annahme als auch Ablehnung) zu Loyalitätsveränderungen der Kunden führen und damit den Kundenwert erheblich beeinflussen werden (vgl. Bild 1).

Allerdings werden diese erlösrelevanten Loyalitätsveränderungen durch die traditionelle Steuerungsmethode (kurz *trad*) nicht berücksichtigt, da hier nur transaktionsorientierte Erlöse *angenommener* Buchungsanfragen betrachtet werden (vgl. Bild 2, S. 5). Eine differenzierte Zuordnung von Angebot und Kundensegment (von unterschiedlicher Wertigkeit) erfolgt nicht [17]. Im Gegensatz dazu betrachtet die erweiterte Steuerungsmethode (kurz *loyal*) auch Veränderungen in den (langfristigen) Kundenwerten *aller* Buchungsanfragen (inklusive abgewiesenen Kunden), die durch Loyalitätsveränderungen in Folge der Kapazitätsverfügbarkeitsentscheidungen des Anbieters hervorgerufen worden sind. Während die traditionelle Methode *trad* nur kurzfristige Erlöse fokussiert, zieht die erweiterte Methode *loyal* auch zusätzliche Veränderungen in langfristigen Erlösen in Betracht. Die Entscheidung, Kunden mit kurzfristig höherer Zahlungsbereitschaft (aber nicht notwendigerweise die loyalsten Kunden [18]) anzunehmen, sollte Opportunitätskosten in Bezug auf verlorene Kundenwerte einbeziehen, falls im Gegenzug die abgewiesenen

(Potenzial)-Kunden daraufhin ihre zukünftigen Transaktionen reduzieren oder sogar die Beziehung mit dem Anbieter beenden. Das erweiterte Optimierungsmodell unter Berücksichtigung beider Erlösgrößen (kurz- und langfristig, d.h. multikriteriell) soll im nächsten Abschnitt entwickelt werden.



**Bild 2:** Vergleich zwischen traditioneller und erweiterter Steuerungsmethode

## 4 Optimierung und Steuerungsansatz

Das Revenue-Management-System nimmt im Rahmen der Optimierung eine Allokation der (noch) verfügbaren Kapazitätseinheiten auf die erwartete Restnachfrage vor [15]. Die resultierenden Kontingente oder Bid-Preise (als Opportunitätskosten der Kapazitätsnutzung) werden dann der Transaktionssteuerung zugeführt, um über die Annahme bzw. Abweisung der Anfrage zu entscheiden. Diese Entscheidung kann im Hinblick auf die verwendete Steuerungsmethode (*trad* vs. *loyal*) im Revenue-Management-System variieren. Das zu entwickelnde Optimierungsmodell soll hier als Verknüpfung der (formalen) Darstellung des Optimierungsproblems und eines geeigneten Lösungsverfahrens verstanden werden [5].

Es werde angenommen, dass der Cloud-Anbieter über  $h$  Ressourcen verfügt und  $i$  Dienste anbietet. Die Ressourcen (CPU, Arbeitsspeicher, Speicherplatz) sind diskret und werden zu verschiedenen Diensttypen (niedrige, mittlere, hohe Instanzen) gebündelt. Der Bedarf der angebotenen Dienste an diesen Ressourcen entspricht den Amazon Cloud-Parametern und ist in Matrix  $A$  hinterlegt (vgl. Tabelle 1, S. 8; [1]). Das Element  $a_{hi}$  repräsentiert damit die Inanspruchnahme der Ressource  $h$  durch eine Einheit des Dienstes  $i$ , dessen Verkauf einen Erlös  $p_i$  erzielt. Für jede Dienstinstanz wird ein Preisnachlass gewährt, der allerdings mit Restriktionen bezüglich des Betriebssystems einhergeht (vgl. Windows vs. Unix in Tabelle 1, S. 8). Eine Differenzierung bezüglich Bandbreitenbindung (10 vs. 100 Mbit/s), Dienstaktivierungszeit (Minuten vs. Stunden) oder Architektur (32 vs. 64-bit) sind auch denkbar. Die Gesamtkapazität jeder Ressource wird mit  $c_h$  festgelegt. In einem loyalitätsbasiertem Revenue-Management-System müssen die IT-Ressourcen auf die Kombinationen von  $i$  Buchungsklassen (d.h. Diensten) und  $s$  Kundensegmenten (jedes mit bestimmtem Nutzenpotential  $n_s$ ) verteilt werden. Damit können sowohl der Anstieg des Kundenwerts (aufgrund der Loyalitätserhöhung  $I_s^+$  als Folge der Annahme der Anfrage) als auch der Kundenwertverlust (aufgrund der Loyalitätsverringerung  $I_s^-$  als Folge der Ablehnung der Anfrage) modelliert und explizit in der Optimierung berücksichtigt werden.

Die Allokation der Kapazität kann nun als lineares Optimierungsmodell formuliert werden.  $x_{si}^A$  repräsentiert das der Kombination aus Kundensegment  $s$  und Buchungsklasse  $i$  zugewiesene Kontingent [17],  $b_{si}$  (als Element von  $B$ ) stellt die Anzahl bereits vorgenommener Buchungen für eine bestimmte Kombination aus Kundensegment  $s$  und Dienst  $i$  dar,  $y_{si}^A$  repräsentiert die Anzahl abzulehnender Anfragen (von Kundensegment  $s$  für Dienst  $i$ ) und  $d_{sit}$  (als Element von  $D_t$ ) bezeichnet die zu erwartende Restnachfrage in der in Buchungsintervalle  $t \in \{T, \dots, 0\}$  aufgeteilten Buchungsperiode. Der Zielfunktionswert  $Z$  ergibt sich zu:

$$Z(B, D_t) = \max \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I \left[ (p_i \cdot x_{si}^A) + (l_s^+ \cdot n_s \cdot x_{si}^A) - (l_s^- \cdot n_s \cdot y_{si}^A) \right] \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I a_{hi} \cdot (b_{si} + x_{si}^A) \leq c_h \quad \forall h \in \{1, \dots, H\} \quad (2)$$

$$0 \leq x_{si}^A \leq d_{sit} \quad \text{und} \quad 0 \leq y_{si}^A \leq d_{sit} \quad \forall s \in \{1, \dots, S\}; \forall i \in \{1, \dots, I\} \quad (3)$$

$$x_{si}^A + y_{si}^A = d_{sit} \quad \forall s \in \{1, \dots, S\}; \forall i \in \{1, \dots, I\} \quad (4)$$

Die Zielfunktion (vgl. Gleichung (1)) maximiert (über alle Kundensegmente und Buchungsklassen) die Summe aus den gesamten kurzfristigen Erlösen jeder akzeptierten Anfrage plus den daraus resultierenden Gesamtanstieg langfristiger Kundenwerte ( $l_s^+ \cdot n_s$ ) minus die Gesamtverringerung der Kundenwerte ( $l_s^- \cdot n_s$ ) aller abgewiesenen Anfragen als Folge der Steuerungsentscheidungen oder unzureichender Kapazität. Somit sind die möglichen Änderungen der Loyalität für *alle* Buchungsanfragen explizit im Maximierungsproblem integriert. Bei der traditionellen Steuerungsmethode sind  $l_s^+$  und  $l_s^-$  gleich null. Die Zielfunktion  $Z$  unterscheidet sich demnach von den Formulierungen, die stattdessen Loyalitätsmultiplikatoren [17], [18] einbinden. Diese korrigieren den kurzfristigen Erlös um den Kundenwert, um die bevorzugte Verfügbarkeit der Kapazitätsressourcen für loyale Stammkunden abzusichern. Eine Betrachtung der Loyalitätsveränderungen der angenommenen bzw. abgelehnten Kunden kann auf diesem Wege nicht erfolgen. Gleichung (2) stellt sicher, dass die eingesetzte Kapazität für bereits vorgenommene Buchungen und die Kontingente nicht die Gesamtkapazität überschreitet. Es wird des Weiteren festgelegt, dass die Anzahl der zu akzeptierenden als auch abzulehnenden Anfragen nicht-negativ sind und die erwartete Restnachfrage nicht überschreiten (vgl. Gleichung (3)). Auch muss deren Summe der erwarteten Nachfrage im Buchungsintervall entsprechen (vgl. Gleichung (4)).

Die Entscheidung, eine Anfrage anzunehmen oder abzulehnen, basiert auf sogenannten Bid-Preisen. Diese Opportunitätskosten verstehen sich als die Verminderung des erwarteten Gesamterlöses, der mit der Vergabe einer Kapazitätseinheit verbunden ist. Trifft eine Anfrage von Kundensegment  $s$  für Buchungsklasse  $i$  ein (hier durch Matrix  $K$  repräsentiert), wird jeweils die optimale Allokation der noch verfügbaren Kapazität auf die erwartete Restnachfrage berechnet, wobei dieses Optimierungsproblem einmal *mit* und einmal *ohne* Berücksichtigung der aktuellen Anfrage gelöst wird [17]. Die Annahme der Anfrage vermindert dabei die noch verfügbare Restkapazität. Der resultierende Zielfunktionswert  $Z(B+K, D_{t-1})$  als Restwert der Kapazität kann sich vom Fall der Ablehnung ( $Z(B, D_{t-1})$ ) unterscheiden. Die Anfrage wird im Rahmen der Transaktionssteuerung im Revenue-Management-System immer dann angenommen, solange die Summe aus transaktionsorientiertem Erlös und möglichen Änderungen im langfristigen Wert des Kunden (sowohl Anstieg als auch Verringerung) die Opportunitätskosten mindestens ausgleicht (vgl. Gleichung (5)). D.h. der Zielfunktionswert  $Z(B+K, D_{t-1})$  im Falle der Annahme der Anfrage plus die Summe aus transaktionsorientiertem Erlös und Kundenwertanstieg muss zumindest

genauso groß sein wie  $Z(B, D_{t-1})$  im Ablehnungsfall minus den resultierenden Kundenwertverlust (vgl. Gleichung (6)).

$$p_i + (l_s^+ \cdot n_s) + (l_s^- \cdot n_s) \geq Z(B, D_{t-1}) - Z(B + K, D_{t-1}) \quad (5)$$

$$\Leftrightarrow Z(B + K, D_{t-1}) + p_i + (l_s^+ \cdot n_s) \geq Z(B, D_{t-1}) - (l_s^- \cdot n_s) \quad (6)$$

## 5 Simulation und Evaluation

Im Rahmen dieses Abschnitts soll das loyalitätsbasierte Revenue-Management-System evaluiert werden. Hierfür ist der Einsatz von Simulationen verbreitet [2], da sie eine große Zahl an Variablen berücksichtigen können und es erlauben, bestimmte Entscheidungssituationen unter Maßgabe von streuungs- bzw. zufallsbehafteten Daten mit verschiedenen Parameterwerten durchzurechnen und die Auswirkungen auf das Ergebnis aufzuzeigen [10]. Simulationen bieten damit trotz hoher Rechenintensität auch im Umfeld des Revenue Managements eine aussichtsreiche Möglichkeit, Zusammenhänge in komplexen Nachfrageumgebungen zu analysieren und die Steuerungsentscheidungen dahingehend auszurichten.

### 5.1 Simulationsziel, -umgebung und -design

Grundsätzliches Ziel der Simulation liegt im Vergleich der beiden Kapazitätssteuerungsmethoden *trad* vs. *loyal*. Die erzielten Erlöse werden dabei sowohl untereinander als auch mit der trivialen First-Come-First-Serve-Steuerung (kurz *fcfs*) verglichen. Im modellierten Anwendungsszenario im Umfeld des Cloud Computing werden die vom Anbieter angebotenen IT-Dienste von den Cloud-Kunden vornehmlich zum Hosting ihrer eigenen Webseiten und Onlineshops genutzt. Die Kapazitätssteuerung soll in einem Zeitraum erfolgen, der durch eine Übernachfrage (im Vergleich zur verfügbaren Kapazität des Anbieters) nach IT-Diensten (z.B. einige Wochen vor Weihnachten) gekennzeichnet ist. In diesem endlichen Zeithorizont  $T$  ist durch die gestiegenen Zugriffszahlen durch die Kunden der Cloud-Kunden ein gesteigerter Bedarf nach IT-Diensten beim Cloud-Anbieter zu erwarten, der danach erfahrungsgemäß wieder abflacht. Nutzt der Cloud-Anbieter die IT-Dienste auch selbst (wie z.B. Amazon), kann es in praxi tatsächlich zu einer Lastspitze kommen und nicht alle Anfragen nach weiteren IT-Diensten können gewährt werden.

Die beschriebene Bid-Preis-Steuerung wurde in MATLAB 7.0 von Mathworks Inc. implementiert. Um durch die Simulation eine angemessene Aussagefähigkeit zu erlangen [10], sollen vor allem der im Revenue Management als relevant erachtete Netzwerkcharakter (d.h. Bündelung mehrerer Ressourcen zu einem Angebot), eine entsprechend umfassende Zahl an Buchungsklassen und eine stochastische Nachfrageverteilung Berücksichtigung finden [17]. Während der Nachfrageumfang nach den verschiedenen IT-Diensten deterministisch ist, erfolgen die Ankunft der Buchungsanfragen, die Zuordnung der angebotsbezogenen Anfragen zu Kundensegmenten sowie die tatsächliche Ausprägung des Nutzenpotentials und der Loyalitätsveränderungen stochastisch. Die Nachfrage für jeden der sechs angebotenen IT-Dienste ist unabhängig voneinander, d.h. ein Kunde, der ein bestimmtes Angebot anfragt, wird kein anderes buchen. Die Ankunft der Anfragen wird durch einen homogenen Poisson-Prozess mit konstanten Ankunfts-raten für jedes Angebot modelliert. Es wird angenommen, dass Anfragen für niederwertige Angebote (d.h. niedriger Preis bzw. Unix) eher früher und Anfragen nach höherwertigen Angeboten (d.h. hoher Preis bzw. Windows) eher später eintreffen [2]. Insgesamt wurden 5000

verschiedene Ankunftsprozesse simuliert, die in Nachfrageschwankungen resultieren. D.h. die tatsächliche Nachfrage kann aufgrund des zufälligen Eintreffens der Anfragen von der erwarteten Nachfrage abweichen (vgl. Streuung der Nachfrage (Standardabweichung) über alle Durchläufe in Tabelle 1). Da jedoch keine Prognosefehler modelliert werden, entspricht die in der Zielfunktion  $Z$  verwendete, prognostizierte Nachfrage in jedem Simulationsdurchlauf der realisierten Nachfrage.

	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$	$i = 6$	$c_h$
CPU	1	1	4	4	8	8	600
Arbeitsspeicher (GB)	2	2	7	7	15	15	1000
Speicherplatz (GB)	160	160	850	850	1690	1690	110000
Betriebssystem	Windows	Unix	Windows	Unix	Windows	Unix	
Preis	12	10	48	40	96	80	
erwartete Nachfrage	60	60	45	45	30	30	
Streuung Nachfrage	7,7	7,8	6,6	6,6	5,5	5,5	

**Tabelle 1: Ressourcen-, Preis- und Mengenmodell**

Grundsätzlich lassen sich im Simulationsdesign zwei Parameterformen (*real* vs. *angenommen*) unterscheiden. Im (simulierten) Revenue-Management-System wird daher nur eine Annahme über die realen Parameterausprägungen getroffen und die Kapazitätssteuerung anhand der angenommenen Parameterwerte vorangetrieben. Die Unterscheidung der Parameterformen betrifft im Rahmen der Simulation das Nutzenpotential und die Veränderungen der Kundenloyalität aufgrund der Steuerungsentscheidungen. Dies soll dem Umstand Rechnung tragen, dass durch den Anbieter nur Annahmen über die tatsächlichen Ausprägungen jener unsicherheitsbehafteten Größen angestellt werden können. Aus Gründen der Berechnungskomplexität werden diese kundenindividuellen Größen im Optimierungsmodell des Revenue-Management-Systems auf Kundengruppenebene zusammengefasst. Um verschiedenen langfristigen Wertbeiträgen der Kunden zu genügen, wurden ein hoch- und niederwertiges Kundensegment (d.h. angenommenes Nutzenpotenzial  $n_1 = 400$ ,  $n_2 = 200$ ) modelliert. Das tatsächliche Nutzenpotenzial des anfragenden Kunden wird durch eine gleichverteilte Zufallsziehung im entsprechenden Intervall ermittelt, d.h.  $\hat{n}_1 \in [300; 500]$  und  $\hat{n}_2 \in [100; 300]$ . Die durchschnittliche Beziehung zwischen Zahlungsbereitschaft (d.h. angefragtem IT-Dienst) und langfristigem Wert des Kunden (d.h. anfragendes Kundensegment) wird durch  $r \in [-1; 1]$  abgebildet. Ein stark positiver Zusammenhang bedeutet, dass höherwertige (niederwertige) Kunden stets die höherwertigen (niederwertigen) Angebote nachfragen, bei einer stark negativen Relation werden stattdessen die höherwertigen (niederwertigen) Angebote immer von niederwertigen (höherwertigen) Kunden nachgefragt [17]. Beim gewählten  $r = 0$  ergibt sich die erwartete Nachfrage nach einem Angebot damit zu gleichen Teilen aus beiden Kundensegmenten. Die Werte der Loyalitätsveränderungen werden mit  $l_1^+ = l_2^+ = 0,01$  und  $l_1^- = l_2^- = 0,05$  angenommen. Eine Ablehnung der Anfrage führt damit zu einer größeren Loyalitätsveränderung als im Fall der Annahme. Die reale Veränderung der Loyalität des jeweiligen Kunden wird abermals per gleichverteilter Zufallszahl entschieden, d.h.  $\hat{l}_1^+, \hat{l}_2^+ \in [0; 0,02]$  und  $\hat{l}_1^-, \hat{l}_2^- \in [0,04; 0,06]$ .

In der Praxis kann zur Schätzung der Parameter zunächst die Analyse der vorangegangenen Transaktionen als Ausgangspunkt dienen. Da im Cloud Computing ein hoher Geschäftskundenanteil auszumachen ist [8], können die anfragenden Kunden oftmals durch Kunden-

nummer bzw. Login eindeutig identifiziert und so die kundenindividuelle Historie aus der Datenbank des Revenue-Management-Systems (CRM-Schnittstelle) abgerufen werden, die Aussagen zur Kundenwertigkeit (z.B. Anhaltspunkte zur Prognose zukünftiger Bestellungen) erlaubt. Durch Methoden des Data Mining können zudem Kundencluster mit ähnlichen Merkmalen gebildet werden [8]. Insbesondere die Analyse der Entwicklung des Kaufverhaltens von Kunden mit vergleichbaren bisherigen Ausgaben aber unterschiedlichen Steuerungsentscheidungen bezüglich ihrer Anfragen kann aufschlussreiche Erkenntnisse liefern. Angereichert mit Ergebnissen von durchgeführten Befragungen [16] zu geplanten Ausgaben der Kunden, zum Anteil der Ausgaben beim Anbieter an den Gesamtausgaben [6] und zu möglichen Kundenreaktionen auf Steuerungsentscheidungen können so Rückschlüsse auf das zu schätzende Nutzenpotential und Loyalitätsänderungen ermöglicht werden.

## 5.2 Simulationsergebnisse

Zur Bewertung der verschiedenen Steuerungsmethoden wurden die Ergebnisgrößen Gesamttransaktionserlöse  $e^{trans}$ , Gesamtkundenwerterhöhung bzw. -verringerung  $e^{cv+}$  bzw.  $e^{cv-}$  und Gesamterlöse  $e^{gesamt} = e^{trans} + e^{cv+} - e^{cv-}$  (gemittelt über alle Simulationsdurchläufe) definiert (vgl. Tabelle 2). Die Steuerungsentscheidungen erfolgen im Rahmen des Opportunitätskostenvergleichs auf Basis der angenommenen Erlöse (bedingt durch die angenommenen Werte für  $n_s$ ,  $I_s^+$  und  $I_s^-$ ), der Vergleich der Methoden bezieht sich allerdings auf die tatsächlich generierten Erlöse (bedingt durch die kundenindividuell verschiedenen Werte von  $\hat{n}_s$ ,  $\hat{I}_s^+$  und  $\hat{I}_s^-$ ). Diese Wertschwankungen erklären auch die insgesamt hohe Streuung (Standardabweichung) bei  $e^{gesamt}$ .

Kennzahl	<i>fcfs</i>	<i>trad</i>	<i>loyal</i>	<i>loyal / trad</i>
$e^{gesamt}$	4744	5349	5994	1,121
$e^{trans}$	5661	6234	6116	0,981
$e^{cv+}$	521	526	654	1,243
$e^{cv-}$	1438	1411	776	0,55
Streuung $e^{gesamt}$	341	305	144	0,472

**Tabelle 2: Simulationsergebnisse**

Auch wenn die First-Come-First-Serve-Steuerung ähnlich viele Anfragen wie *trad* annimmt, weist sie aufgrund der fast ausnahmslosen Annahme von niederwertigen Angebotsanfragen ein schwaches Ergebnis in  $e^{trans}$  auf, da diese Anfragen am Beginn der Buchungsperiode eintreffen. Sehr hoch (aber nur marginal schlechter verglichen mit *trad*) fällt  $e^{cv-}$  aus, weil alle nachfolgenden Anfragen wegen der bereits erschöpften Kapazität abgelehnt werden müssen – unabhängig vom anfragenden Kundensegment und der Auswirkung auf die Loyalität.

Die Simulationsergebnisse bestätigen die Annahme, dass loyalitätsbasiertes Revenue Management im Vergleich zur traditionellen Steuerung zwar in niedrigeren kurzfristigen Erlösen ( $e^{trans}$ ) aber dafür höheren langfristigen Erlösen mündet. Insgesamt erzielt *loyal* durchschnittlich 12,1% höhere Gesamterlöse als *trad* (vgl. Tabelle 2). Es ist anzumerken, dass *loyal* mehr Kundenanfragen (von beiden Kundensegmenten) annimmt als *trad*. Dies führt zu einem höheren  $e^{cv+}$  und niedrigeren  $e^{cv-}$ . Im Gegensatz zur traditionellen Kapazitätssteuerung lehnt *loyal* viele Anfragen von niederwertigen Kunden für das preis- und ressourcenintensive Angebot  $i = 5$  ab. Damit

toleriert *loyal* den Verlust in höheren Transaktionserlösen zugunsten freier Kapazität für die Vergabe an viele Nachfrager (aus beiden Kundensegmenten) für den IT-Dienst  $i = 2$  und an höherwertige Kunden für  $i = 4$ . Diese zusätzlich akzeptierten Anfragen werden einen positiven Einfluss auf die erwarteten Kundenwerte in zukünftigen Buchungsperioden haben.

### 5.3 Simulationsergebnisse bei Kundenabwanderung

Die Entscheidung zur Angebotsverfügbarkeit hat vor allem dann eine hohe Tragweite, wenn durch die Ablehnung der Anfrage eine Abwanderung des Kunden droht und damit zum Verlust des Kundenwerts für den Anbieter führt. Diese kann in Praxis dann erwartet werden, wenn der Kunde bereits mehrfach (hintereinander) abgelehnt wurde. Die erneute Verwehrung der benötigten IT-Ressourcen kann als Folge die Erstellung der eigenen Leistungen des Cloud-Kunden gefährden (siehe beschriebenes Anwendungsszenario) und tatsächlich in einer Kundenabwanderung münden. Die Berücksichtigung dieser negativen Effekte soll nun im Optimierungsmodell und in der Transaktionssteuerung vollzogen werden.

Der Anteil der Anfragen jener abwanderungsgefährdeten Kunden zu allen eintreffenden Anfragen soll  $f_s = 0,05$  betragen, wobei der Anbieter diese unsicherheitsbedingt mit einer Erkennungsrate von  $j_s = 0,5$  auch als solche einstuft. Im Fall der Ablehnung wird angenommen, dass sich der Loyalitätsverlust von  $l_s^-$  auf  $g_s^- = 0,25$  erhöht. Der Parameter  $g_s^-$  kann damit als Schwellwert interpretiert werden, bei dem die aktuelle, durch die erneute Ablehnung verringerte Loyalität soweit abgesunken ist, dass der Kunde die Beziehung mit dem Anbieter beendet. Der reale Loyalitätsverlust bestimmt sich durch gleichverteilte Zufallsziehung, d.h.  $\hat{g}_s^- \in [0,2; 0,3]$ . Zur entsprechenden Berücksichtigung im Optimierungsmodell wird daher jedes Kundensegment (hoch- vs. niederwertig) in zwei Untersegmente aufgeteilt: Kunden mit (bzw. ohne) Gefahr einer Kundenabwanderung infolge der Ablehnung und somit hohem (bzw. nur geringem) Kundenwertverlust. Dies ist erforderlich, um die unterschiedlichen Werte der (anteiligen) Restnachfrage (d.h.  $f_s$  vs.  $1 - f_s$ ) und Loyalitätsverringeringen im Ablehnungsfall (d.h.  $l_s^- = 0,05$  vs.  $l_s^- = g_s^- = 0,25$ ) abzubilden. Der Restwert der Kapazität  $Z$  wird daher im Optimierungsmodell nun auch durch abwanderungsgefährdete Kunden beeinflusst (vgl. Gleichung (1)). Erkennt der Anbieter die drohende Kundenabwanderung (gesteuert über  $j_s$ ), wird die erweiterte Steuerungsmethode *loyal* im Rahmen der Transaktionssteuerung die Loyalitätsverringering mit  $l_s^- = g_s^-$  beziffern (vgl. Gleichung (5)). Dies soll die bevorzugte Verfügbarkeit der Kapazitätsressourcen für den Kunden absichern, um den drohenden Kundenwerttotalverlust zu vermeiden.

Die Simulationsergebnisse können mit denen aus Abschnitt 5.2 verglichen werden, da die Steuerungsmethoden *fcfs*, *trad* und *loyal* in jedem simulierten Szenario dem identischen Anfragestrom unterliegen (vgl. relative Erlösveränderung zur Simulation ohne Kundenabwanderung als Klammerwerte in Tabelle 3, S. 11). Aufgrund unverändertem Optimierungsmodell und Transaktionssteuerung unterscheiden sich die jeweiligen Steuerungsentscheidungen bei *fcfs* und *trad* nicht, d.h.  $e^{trans}$  und  $e^{cv+}$  bleiben gleich. Die Gesamterlöse sinken stattdessen bei allen Methoden wegen einem erhöhten  $e^{cv-}$  infolge der eingeführten Kundenabwanderung. Auch wenn *loyal* die Abwanderung nicht zuverlässig erkennen kann, verringert sich  $e^{gesamt}$  nur um ca. 1,7% (hingegen 5,2% bei *trad*) im Vergleich zur Simulation in Abschnitt 5.2. Der geringere Verlust ist durch den wesentlich niedrigeren Anstieg in  $e^{cv-}$  (11,5% vs. 19,8% bei *trad*) bedingt. Die marginal geringeren Transaktionserlöse bei *loyal* sind durch die Toleranz ggü. Kombinationen aus



nachgefragtem Angebot und Kundensegment, die nur aufgrund der drohenden Kundenabwanderung anstelle lohnenderer Kombinationen angenommen werden, zu erklären. Die Ergebnisse in Tabelle 2, S. 9 und Tabelle 3 zeigen zudem, dass die Gesamterlöse von *loyal* einer wesentlich geringeren Streuung (Standardabweichung) über alle Simulationsdurchläufe verglichen mit *trad* unterliegen. Damit zeichnet sich die erweiterte Methode neben generell höheren langfristigen Erlösen auch durch eine Robustheit ggü. den zufallsbedingten, für das Revenue-Management-System in ihrer realen Ausprägung unbekannten Werten ( $\hat{r}_s$ ,  $\hat{l}_s^+$ ,  $\hat{l}_s^-$ ,  $\hat{g}_s^-$ ) aus.

Erlöse	<i>fcfs</i>	<i>trad</i>	<i>loyal</i>	<i>loyal / trad</i>
$e^{gesamt}$	4455 (-6,1%)	5070 (-5,2%)	5895 (-1,7%)	1,163
$e^{trans}$	5661 (0%)	6234 (0%)	6107 (-0,1%)	0,98
$e^{cv+}$	521 (0%)	526 (0%)	652 (-0,3%)	1,24
$e^{cv-}$	1727 (+20,1%)	1690 (+19,8%)	865 (+11,5%)	0,512
Streuung $e^{gesamt}$	418	390	178	0,456

**Tabelle 3: Simulationsergebnisse mit Kundenabwanderung**

Die Ergebnisse der Simulationen lassen darauf schließen, dass loyalitätsbasiertes Revenue Management dann angebracht ist, wenn durch die Steuerungsentscheidungen des Anbieters (Annahme und Ablehnung) eine Auswirkung auf die Kundenloyalität zu erwarten ist. Dafür ist eine Klassifikation der Anfragen in  $s$  Kundensegmente und angemessene Annahmen über  $l_s^+$  und  $l_s^-$  notwendig. Die Anwendung des erweiterten Revenue-Management-Systems ist sinnvoll in Zeiten hoher Nachfrage und falls hochwertige Anfragen spät eintreffen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Berücksichtigung der Auswirkungen der Steuerungsentscheidungen ermöglicht das loyalitätsbasierte Revenue-Management-System sowohl die effiziente Kapazitätsnutzung als auch den Aufbau langfristig profitabler Kundenbeziehungen. Die Simulationsergebnisse unterstreichen die Vorteile der erweiterten Optimierung und Transaktionssteuerung. Forschungsbedarf besteht in der Schätzung der Loyalitätsveränderungen und der Identifizierung von geeigneten Modellen zur Vorhersage des Nutzenpotenzials, um eine Kundenbewertung vollziehen zu können. Es erscheinen zudem weitere Simulationen mit geänderten Parametern (Ressourcen-, Preis-, Mengenmodell mit Prognosefehlern) sinnvoll. So kann auch eine Sensitivitätsanalyse mit veränderten Werten von  $g_s^-$ ,  $l_s^+$ ,  $l_s^-$  (für jedes Kundensegment) neue Erkenntnisse zur Stabilität der Ergebnisse [10] liefern. Die Integration von Kapazitätsteuerung und Kundenbeziehungsmanagement bleibt ein vielversprechendes Forschungsgebiet mit signifikanten Implikationen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit (nicht nur) von Cloud-Anbietern.

## 7 Literatur

- [1] Amazon.com (2011): Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). <http://aws.amazon.com/de/ec2/> Abgerufen am 21.09.2011.
- [2] Anandasivam, A; Buschek, S; Buyya, R (2009): A Heuristic Approach for Capacity Control in Clouds. In: *Proceedings of the 11th IEEE Conference on Commerce & Enterprise Computing*, 90-97.
- [3] Anderson, ET; Fitzsimons, GJ; Simester, D (2006): Measuring and Mitigating the Costs of Stockouts. In: *Management Science* 52(11):1751-1763.
- [4] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, AD; Katz, RH; Konwinski, A; Lee, G; Patterson, DA; Rabkin, A; Stoica, I; Zaharia, M (2009): Above the Clouds - A Berkeley View of Cloud Computing. UC Berkeley Technical Report UCB/EECS-2009-28.
- [5] Fink, A; Schneidereit, G; Voß, S (2005): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 2. Auflage, Physica-Verlag, Heidelberg.
- [6] Gupta, S; Hanssens, D; Hardie, B; Kahn, W; Kumar, V; Lin, N; Ravishanker, N; Sriram, S (2006): Modeling Customer Lifetime Value. *Journal of Service Research* 9(2):139-155.
- [7] Hippner, H (2006): CRM - Grundlagen, Ziele und Konzepte. In: Hippner, H; Wilde, KD (Hrsg.): *Grundlagen des CRM*. 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 15-44.
- [8] Koehler, P; Anandasivam, A; Dan, MA; Weinhardt, C (2010): Customer Heterogeneity and Tariff Biases in Cloud Computing. In: *Proceedings of ICIS 2010*, Paper 106.
- [9] Lassmann, W (2006): Wirtschaftsinformatik. Gabler, Wiesbaden.
- [10] Lehneis, A (1970): Die Reduktion der Unsicherheit der Erwartungen im Rahmen der langfristigen Planung der Unternehmung. Diss., Universität Erlangen-Nuernberg.
- [11] Lindenmeier, J (2005): Yield-Management und Kundenzufriedenheit. Diss., Universität Freiburg.
- [12] Mechler, B (1995): Intelligente Informationssysteme, Addison-Wesley, Bonn.
- [13] Pueschel, T; Anandasivam, A; Buschek, S; Neumann, D (2009): Making Money with Clouds - Revenue Optimization through automated Policy Decisions. In: *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems*, 355-367.
- [14] Reichheld, FF; Scheffer, P (2000): E-loyalty - Your Secret Weapon on the Web. In: *Harvard Business Review*, Jul-Aug:105-113.
- [15] Talluri, KT; van Ryzin, GJ (2004): The Theory and Practice of Revenue Management. Springer, Berlin.
- [16] Uusitalo, I; Karppinen, K; Juhola, A; Savola, R (2010): Trust and Cloud Services - An Interview Study. In: *Proceedings of CLOUDCOM 2010*, 712-720.
- [17] von Martens, T (2009): Kundenwertorientiertes Revenue Management im Dienstleistungsbereich. Gabler, Wiesbaden.
- [18] Wirtz, J; Kimes, SE; Pheng Theng, JH; Patterson, P (2003): Revenue Management - Resolving Potential Customer Conflicts. In: *Journal of Revenue & Pricing Management* 2(3):216-226.

# Lösung des Container Sequencing Problems unter Berücksichtigung von Ladeluken

**Matthias Bauer**

Universität Passau, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Produktion und Logistik,  
94032 Passau, E-Mail: matthias.bauer@uni-passau.de

## Abstract

Die Minimierung der Ship Turnaround Time gehört zu den wichtigsten Zielsetzungen der operativen Planung in Containerterminals. Einen erheblichen Einfluss auf die Ship Turnaround Time hat die Reihenfolge in der der Kai-Kran die umzuladenden Container eines Schiffes aus- und einlädt. In diesem Beitrag wird das Container Sequencing Problem unter Berücksichtigung von Ladeluken betrachtet. Bei der Ermittlung zulässiger Umladesequenzen werden Doppelspiele und interne Umladungen von Rehandle-Containern berücksichtigt. Die Problemstellung wird als gemischt-ganzzahliges Modell formuliert. Zur Lösung des Problems wird eine Multistart-Heuristik vorgeschlagen. Anhand der Ergebnisse numerischer Experimente wird der Lösungsansatz mit anderen Lösungsverfahren verglichen. Dabei zeigt sich, dass die Multistart-Heuristik die besten Ergebnisse erzielt.

## 1 Einleitung

Eine der bedeutendsten Kennzahlen im Hinblick auf die Performance und Wettbewerbsfähigkeit eines Containerterminals ist die „Ship Turnaround Time“, die durchschnittliche Dauer, die ein Schiff (unproduktiv) im Hafen verbringt (vgl. [6], S. 1). In den meisten Containerhäfen entfällt ein großer Teil dieser Zeit auf die Be- und Entladung der Containerschiffe (vgl. [3], S. 1). Kai-Kräne, welche den Transport der Container zwischen Schiff und Land durchführen, gehören zu den bedeutendsten Engpassressourcen eines Containerhafens und können aufgrund ihrer Größe nur in begrenzter Anzahl zeitgleich an einem Schiff operieren. Der Schlüssel zur Reduzierung der Ship Turnaround Time liegt daher häufig in der Verbesserung der Kai-Kran-Produktivität (vgl. [2], S. 473 und [4], S. 570). Einen erheblichen Einfluss auf die Kai-Kran-Produktivität hat die Reihenfolge, in welcher der Kai-Kran die umzuladenden Container aus- und einlädt. Das sich daraus ergebende Container Sequencing Problem (CSP) wurde erstmals von Meisel und Wichmann (2010) vorgestellt (siehe [4]) und kann den Quay Crane Scheduling Problemen zugeordnet werden (vgl. [1], S. 623f).<sup>1</sup> Die Aufgabe besteht darin, eine zulässige Umladesequenz für eine Ladebucht zu finden, so dass die für die Umladung der Ladebucht insgesamt benötigte Zeit minimal ist. In diesem Beitrag wird das CSP unter Berücksichtigung von Ladeluken

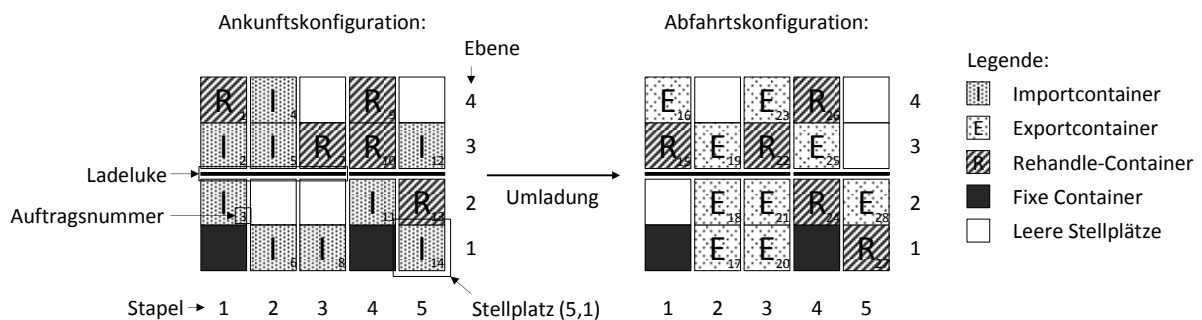
---

<sup>1</sup> Einen Literaturüberblick zu Quay Crane Scheduling Problemen geben [1].

(Container Sequencing Problem with Hatches = CSPH) betrachtet. Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut. Kapitel 2 liefert zunächst eine Problembeschreibung für das CSPH. Anschließend wird die Problemstellung als gemischt-ganzzahliges Modell formuliert (Kapitel 3). In Kapitel 4 wird eine Multistart-Heuristik zur Lösung des CSPH vorgeschlagen. Kapitel 5 präsentiert die Ergebnisse numerischer Experimente auf Basis zufällig erzeugter Probleminstanzen. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick (Kapitel 6).

## 2 Problembeschreibung

Welche Container ein- und ausgeladen werden müssen, lässt sich aus dem Beladungsplan des einlaufenden Schiffes (Ankunftsconfiguration) und dem Beladungsplan des auslaufenden Schiffes (Abfahrtsconfiguration) der betrachteten Bucht ableiten. Beladungspläne werden zuvor im Rahmen der Beladungsplanung erstellt und können daher als gegeben angesehen werden (vgl. [4]). In Bild 1 ist die Ankunfts- und Abfahrtsconfiguration einer Ladebucht beispielhaft abgebildet.



**Bild 1:** Ankunfts- und Abfahrtsconfigurationen einer Ladebucht (in Anlehnung an [4])

Die Ladebucht besteht aus 5 Stapeln, 4 Ebenen und 2 Ladeluken. Durch die Ladeluken werden die Ebenen oberhalb und unterhalb der Ladeluke voneinander getrennt. Ladeluken erstrecken sich über mehrere Stapel (hier: Ladeluke 1 über die Stapel 1-3 und Ladeluke 2 über die Stapel 4-5) und verursachen Vorrangbeziehungen, die bei der Umladung berücksichtigt werden müssen. So können Ein- und Ausladungen unterhalb der Ladeluke erst durchgeführt werden, wenn alle Container oberhalb der Ladeluke ausgeladen wurden. Zudem kann erst mit der Einladung oberhalb der Ladeluke begonnen werden, wenn die Ein- und Ausladungen unterhalb der Ladeluke abgeschlossen sind. Weitere Vorrangbeziehungen entstehen durch die stapelweise Anordnung der Container. Beispielsweise kann ein Container erst entladen werden, wenn der direkt über ihm stehende Container entladen wurde. Ein einzelner Container kann durch seinen Stellplatz und seine Containerklasse beschrieben werden. Hinsichtlich der Containerklassen wird zwischen Import-Containern, Export-Containern, Rehandle-Containern und fixen Containern unterschieden. Import-Container sind nur in der Ankunftsconfiguration zu finden. Sie müssen entladen werden und verbleiben anschließend im Containerterminal. Export-Container sind nur in der Abfahrtsconfiguration zu finden und müssen eingeladen werden. Rehandle-Container müssen von ihrer aktuellen Position entfernt werden, um den Zugriff auf einen Import-Container zu ermöglichen, oder um einen Export-Container an seine entsprechende Position stellen zu können. Aus diesem Grund werden sie vorübergehend entladen und später wieder eingeladen. Sie sind deshalb in beiden Configurationen in gleicher Anzahl vorhanden. Fixe Container verbleiben an

ihrer aktuellen Position und werden nicht bewegt. Jeder Import-Container und jeder Rehandle-Container in der Ankunftsconfiguration entspricht somit einem Entladungsauftrag, der vom Kai-Kran auszuführen ist. Die Menge aller Entladungsaufträge wird im Folgenden mit  $M^A$  bezeichnet. Analog entspricht jeder Export-Container und jeder Rehandle-Container in der Abfahrtsconfiguration einem Einladungsauftrag. Die Menge aller Einladungsaufträge wird im Folgenden mit  $M^E$  bezeichnet. Das Ziel beim CSPH besteht darin, die Aufträge in eine zulässige Reihenfolge zu bringen, so dass die für die Abarbeitung der Aufträge benötigte Zeit minimal ist. Dabei sind die genannten Vorrangbeziehungen zu berücksichtigen.

### 3 Mathematische Formulierung des CSPH

#### 3.1 Annahmen

Dem mathematischen Modell liegen die folgenden Annahmen zugrunde:

- Die Buchtkonfiguration des einlaufenden Schiffes, die Buchtkonfiguration des auslaufenden Schiffes sowie alle Buchtkonfigurationen, die während der Umladung entstehen können, erfüllen die Stabilitätsbedingungen des Schiffes.
- Ladelukendeckel werden ohne Zeitaufwand entfernt und eingesetzt. Der Kran verbleibt dabei an seiner aktuellen Position.
- An Land stehen jederzeit ausreichend Transportfahrzeuge zur Verfügung, um ausgeladene Container abzutransportieren und einzuladene Container bereitzustellen.
- Die Rehandle-Container sind untereinander austauschbar, so dass jeder Rehandle-Container in der Ankunftsconfiguration an jede Rehandle-Position in der Abfahrtsconfiguration gesetzt werden kann.
- Die Anzahl an Rehandle-Containern innerhalb eines Stapels ist in der Buchtkonfiguration des einlaufenden Schiffes genauso groß wie in der Buchtkonfiguration des auslaufenden Schiffes. Dadurch ist sichergestellt, dass stets genügend Rehandle-Container an Land für die Durchführung entsprechender Beladungsaufträge verfügbar sind.

#### 3.2 Notation

Parameter:

- $M$  Menge an Aufträgen, wobei  $M = \{0, 1, 2, \dots, m\}$ . Auftrag 0 ist ein Dummyauftrag und dient der Initialisierung. Es gilt:  $M = M^A \cup M^E \cup \{0\}$ .
- $V$  Menge an Auftragspaaren  $(i, j)$  mit  $i, j \in M$  für die gilt, dass Auftrag  $i$  vor Auftrag  $j$  bearbeitet werden muss (Vorrangbeziehungen). Es gilt:  $(0, j) \in V$  für alle  $j \in M \setminus \{0\}$ .
- $c_{ij}$  anfallende Bearbeitungszeit, falls Auftrag  $j$  unmittelbar nach Auftrag  $i$  ausgeführt wird
- $d_{ij}$  Zeitersparnis, falls Auftrag  $j$  unmittelbar nach Auftrag  $i$  ausgeführt wird. Durch  $d_{ij}$  werden interne Umladungen zeitlich berücksichtigt. Es gilt:
- $d_{ij} > 0$ , falls Auftrag  $i$  eine Entladung eines Rehandle-Containers ist und Auftrag  $j$  eine Einladung eines Rehandle-Containers ist.
- $d_{ij} = 0$ , sonst.

Entscheidungsvariablen:

- $u_i$  Entscheidungsvariablen zur Verhinderung von Subtouren und zur Abbildung der Vorrangbeziehungen.
- $x_{ij}$  Binärvariable, wobei
- $x_{ij} = 1$ , wenn Auftrag  $j$  unmittelbar nach Auftrag  $i$  ausgeführt wird
- $x_{ij} = 0$ , sonst.

### 3.3 Zusammensetzung der Bearbeitungszeiten $c_{ij}$ und der Zeitersparnis $d_{ij}$

Für die Beschreibung werden die folgenden Symbole benötigt:

- $O^A$  Menge der Aufträge, die die Entladung eines Rehandle-Containers vorsehen, wobei  $O^A \subseteq M^A \subseteq M$
- $O^E$  Menge der Aufträge, die die Einladung eines Rehandle-Containers vorsehen, wobei  $O^E \subseteq M^E \subseteq M$
- $t_{i,j}^{LE}$  die für die Leerfahrt des Auftrags  $j$  benötigte Zeit, wenn dieser unmittelbar nach Auftrag  $i$  ausgeführt wird, wobei  $i, j \in M$
- $t_j^{LA}$  die für die Lastfahrt des Auftrags  $j$  benötigte Zeit, wobei  $j \in M$
- $t_{i,j}^{LA,int}$  die für die Lastfahrt benötigte Zeit im Falle einer internen Umladung des Rehandle-Containers, wobei  $i \in O^A$  und  $j \in O^E$

Für die Bearbeitung eines Auftrags  $j$  werden jeweils eine Leerfahrt und eine Lastfahrt benötigt. Die Leerfahrt umfasst die Bewegung des Kai-Krans von seiner aktuellen Position zur Aufnahmeposition des zu bewegendenden Containers sowie eventuell auftretende Wartezeiten für die Bereitstellung des Containers an der Aufnahmeposition. Da die aktuelle Position des Kai-Krans durch den unmittelbar zuvor bearbeiteten Auftrag  $i$  festgelegt wird, ist die für die Leerfahrt des Auftrags  $j$  benötigte Zeit  $t_{i,j}^{LE}$  von der Auftragsfolge abhängig. Die Lastfahrt umfasst den eigentlichen Transport des zu bewegendenden Containers von der Aufnahmeposition zu dessen Zielposition. Die für die Lastfahrt eines Auftrags  $j$  benötigte Zeit  $t_j^{LA}$  ist unabhängig von der Auftragsfolge. Es gilt:

$$c_{ij} = t_{i,j}^{LE} + t_j^{LA} \quad \forall i, j \in M \quad (1)$$

Für die Umladung eines Rehandle-Containers sind insgesamt zwei Aufträge auszuführen, ein Entladungsauftrag  $j$  und ein Einladungsauftrag  $j'$ . Entsprechend fällt  $c_{ij}$  für die Entladung und  $c_{i'j'}$  für die Einladung des Rehandle-Containers an. Folgt die Einladung  $j'$  jedoch unmittelbar auf die Entladung  $j$ , kann der Rehandle-Container intern umgeladen werden. Die durch  $c_{ij}$  berücksichtigte Zeit  $t_j^{LA}$  für den Transport des Rehandle-Containers an Land und die Bearbeitungszeit  $c_{jj'}$  für die anschließende Einladung des Rehandle-Containers entfallen. Stattdessen findet eine schiffsinterne Lastfahrt  $t_{j,j'}^{LA,int}$  von der Aufnahmeposition des Containers (bestimmt durch Auftrag  $j$ ) zur Zielposition des Containers (bestimmt durch Auftrag  $j'$ ) statt. Die zeitliche Berücksichtigung interner Umladungen von Rehandle-Containern erfolgt in der Zielfunktion über die Zeitersparnis  $d_{j,j'}$ . Es gilt:

$$d_{j,j'} = \begin{cases} t_j^{LA} + t_{jj'}^{LE} + t_{j'}^{LA} - (t_{j,j'}^{LA, \text{int}}), & \text{falls } j \in O^A \text{ und } j' \in O^E \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (2)$$

### 3.4 Mathematisches Modell

Das Problem lässt sich wie folgt formulieren:

$$\text{Minimiere } Z = \sum_{i,j \in M} (c_{ij} - d_{ij}) \cdot x_{ij} \quad (3)$$

$$\sum_{j \in M} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in M \quad (4)$$

$$\sum_{i \in M} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in M \quad (5)$$

$$u_i + 1 \leq u_j + m \cdot (1 - x_{ij}) \quad \forall i \in M, j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

$$u_i + 1 \leq u_j \quad \forall (i, j) \in V \quad (7)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\} \quad \forall i, j \in M \quad (8)$$

$$u_i \geq 0 \quad \forall i \in M \quad (9)$$

Die Zielfunktion (3) minimiert die vom Kai-Kran benötigte Zeit zur Bearbeitung aller Aufträge. Die Nebenbedingungen (4) und (5) stellen sicher, dass jeder Auftrag genau einmal durchgeführt wird. Die Nebenbedingungen (6) stellen sicher, dass eine Auftragssequenz erzeugt wird. Es gilt:  $u_j \geq u_i + 1$ , falls Auftrag j nach Auftrag i ausgeführt wird. Die Einhaltung der Vorrangbeziehungen wird durch die Nebenbedingungen (7) sichergestellt. Die Nebenbedingungen (8) und (9) legen den Definitionsbereich der Entscheidungsvariablen fest.

## 4 Multistart-Heuristik

Das CSPH kann als 1-Maschinenbelegungsproblem mit reihenfolgeabhängigen Rüstkosten und Vorrangbeziehungen aufgefasst werden. Dieses Problem gehört zur Klasse der NP-schwierigen Probleme (vgl. [5], S. 84). Im Folgenden wird daher eine Multistart-Heuristik zur Lösung des CSPH vorgestellt. Das Vorgehen orientiert sich an dem von Meisel und Wichmann entwickelten GRASP-Ansatz zur Lösung des CSP (siehe [4]). Das Verfahren besteht aus zwei Phasen, welche iterativ durchlaufen werden. In der Konstruktionsphase wird eine zulässige Ausgangslösung generiert (Abschnitt 4.1). In der Verbesserungsphase (Abschnitt 4.2) wird versucht, die erzeugte Lösung durch ein lokales Suchverfahren zu verbessern. Um unterschiedliche Lösungen zu generieren, kommt in der Konstruktionsphase ein Zufallsmechanismus zum Einsatz. Das Verfahren endet nach einer vorgegebenen Anzahl an Iterationen und gibt die beste gefundene Lösung aus.

### 4.1 Konstruktionsphase

Für die Beschreibung der Konstruktionsphase werden die folgenden Symbole benötigt:

- $\Psi$  Kandidatenliste
- $\Omega$  Menge der noch nicht eingeplanten Aufträge
- $\Phi$  Auftragsfolge (Liste der bereits eingeteilten Aufträge)

$T(s)$	Menge der Aufträge des Stapels $s$ . Es gilt: $T(0) = \{0\}$
$K(l)$	Menge der Aufträge der Luke $l$ . Es gilt: $K(0) = \{0\}$
$s_i$	Stapel des Auftrags $i$ (durch die jeweilige Position des ein- bzw. auszuladenden Containers an Bord des Schiffes vorgegeben). $s_0 = 0$
$l_i$	Ladeluke des Auftrags $i$ (durch die jeweilige Position des ein- bzw. auszuladenden Containers an Bord des Schiffes vorgegeben). $l_0 = 0$
$s^B$	Bearbeitungsstapel
$l^B$	Bearbeitungsluke

Das Ziel der Konstruktionsphase besteht darin, eine zulässige Ausgangslösung für das Problem zu generieren. Das Verfahren beginnt mit einer leeren Auftragsfolge. In jeder Iteration wird die Auftragsfolge um einen Auftrag erweitert. Das Verfahren endet, sobald alle Aufträge in die Auftragsfolge aufgenommen wurden. Das Konstruktionsverfahren kann wie folgt beschrieben werden:

Initialisierung: Setze  $s^B := 0$ ,  $l^B := 0$ ,  $\Phi := \langle 0 \rangle$ ,  $\Psi := \emptyset$  und  $\Omega := M \setminus \{0\}$ .

- Schritt 1: Aus der Menge  $\Omega$  werden zunächst alle Aufträge identifiziert, die in  $\Phi$  aufgenommen werden können. Ein Auftrag  $j$  kann nur dann in  $\Phi$  aufgenommen werden, wenn in  $\Omega$  kein Auftrag  $i$  mit  $(i, j) \in V$  existiert. Alle zulässigen Aufträge werden in  $\Psi$  abgelegt. Gehe zu Schritt 2.
- Schritt 2: Enthält  $\Psi$  Aufträge der aktuellen Bearbeitungsluke ( $K(l^B) \cap \Psi \neq \emptyset$ ), werden alle übrigen nicht zur Bearbeitungsluke gehörenden Aufträge aus der Kandidatenliste entfernt ( $\Psi := K(l^B) \cap \Psi$ ). Gehe zu Schritt 3.
- Schritt 3: Enthält  $\Psi$  einen Auftrag des aktuellen Bearbeitungsstapels ( $T(s^B) \cap \Psi \neq \emptyset$ ), werden alle übrigen nicht zum Bearbeitungsstapel gehörenden Aufträge aus der Kandidatenliste entfernt ( $\Psi := T(s^B) \cap \Psi$ ). Gehe zu Schritt 4.
- Schritt 4: Aus der Kandidatenliste  $\Psi$  wird genau ein Auftrag  $j$  zufällig ausgewählt. Die Auftragsfolge  $\Phi$  wird um den ausgewählten Auftrag  $j$  verlängert. Anschließend wird Auftrag  $j$  aus der Menge  $\Omega$  entfernt ( $\Omega := \Omega \setminus \{j\}$ ). Sind alle Aufträge eingeplant ( $\Omega = \emptyset$ ), wird das Verfahren abgebrochen. Andernfalls setze  $s^B := s_j$ ,  $l^B := l_j$ ,  $\Psi := \emptyset$  und gehe zu Schritt 1.

## 4.2 Verbesserungsphase

Im Folgenden werden drei Verschiebestrategien zur Verbesserung der Auftragsfolge vorgestellt. Für die Beschreibung der Strategien werden die folgenden Symbole benötigt:

$p, \bar{p}$	Position in der Auftragsfolge
$P'$	Menge der zulässigen Verschiebepositionen
$Q$	Anzahl der Positionen in der Auftragsfolge



#### 4.2.1 Best-Shift-Left-Strategie

Ziel der Best-Shift-Left-Strategie ist es, Aufträge an frühere Positionen in der Auftragsfolge zu verschieben, um so eine bessere Lösung zu erhalten. Bei der Verschiebung der Aufträge innerhalb der Auftragsfolge sind die Vorrangbeziehungen zu berücksichtigen. Ein Auftrag  $j$  kann nur dann links von einem Auftrag  $i$  positioniert werden, wenn kein  $(i, j) \in V$  existiert. Die Best-Shift-Left-Strategie kann wie folgt beschrieben werden:

Initialisierung: Setze  $p := 2$ .

- Schritt 1: Ermittle für den an Position  $p$  der Auftragsfolge stehenden Auftrag  $j$  die Menge aller zulässigen Verschiebepositionen  $P'$  für die gilt:  $p' < p \quad \forall p' \in P'$ . Falls  $P' = \emptyset$ , gehe zu Schritt 4. Andernfalls gehe zu Schritt 2.
- Schritt 2: Ermittle die Verschiebeposition  $p^* \in P'$ , die im Falle einer Verschiebung von Auftrag  $j$  nach  $p^*$  zur größten Verbesserung des Zielfunktionswertes führt. Gibt es mehr als ein  $p^*$ , dann wähle unter ihnen die kleinste Position.
- Führt keine Verschiebung des Auftrags  $j$  zu einer Verbesserung des Zielfunktionswertes, gehe zu Schritt 4. Ansonsten gehe zu Schritt 3.
- Schritt 3: Verschiebe den Auftrag  $j$  von seiner aktuellen Position  $p$  an die Position  $p^*$  der Auftragsfolge. Gehe zu Schritt 4.
- Schritt 4: Falls  $p = Q$ , brich das Verfahren ab. Andernfalls setze  $p := p + 1$  und gehe zu Schritt 1.

#### 4.2.2 Best-Shift-Right-Strategie

Ziel der Best-Shift-Right-Strategie ist es, Aufträge an eine spätere Position in der Auftragsfolge zu verschieben, um dadurch eine bessere Lösung zu erhalten. Ein Auftrag  $j$  kann nur dann rechts von einem Auftrag  $i$  positioniert werden, wenn kein  $(j, i) \in V$  existiert. Die Best-Shift-Right-Strategie kann wie folgt beschrieben werden:

Initialisierung: Setze  $p := 1$

- Schritt 1: Ermittle für den an Position  $p$  der Auftragsfolge stehenden Auftrag  $j$  die Menge aller zulässigen Verschiebepositionen  $P'$  für die gilt:  $p' > p \quad \forall p' \in P'$ . Falls  $P' = \emptyset$ , gehe zu Schritt 4. Andernfalls gehe zu Schritt 2.
- Schritt 2: Ermittle die Verschiebeposition  $p^* \in P'$ , die im Falle einer Verschiebung von Auftrag  $j$  nach  $p^*$  zur größten Verbesserung des Zielfunktionswertes führt. Gibt es mehr als ein  $p^*$ , dann wähle unter ihnen die größte Position.
- Führt keine Verschiebung des Auftrags  $j$  zu einer Verbesserung des Zielfunktionswertes, gehe zu Schritt 4. Ansonsten gehe zu Schritt 3.
- Schritt 3: Verschiebe den Auftrag  $j$  von seiner aktuellen Position  $p$  an die Position  $p^*$  der Auftragsfolge. Falls  $p = Q - 1$ , brich das Verfahren ab. Andernfalls gehe zu Schritt 1.
- Schritt 4: Falls  $p = Q - 1$ , brich das Verfahren ab. Andernfalls setze  $p := p + 1$  und gehe zu Schritt 1.

### 4.2.3 Merging-Strategie

Ziel der Merging-Strategie ist es, die Anzahl interner Umladungen von Rehandle-Containern zu erhöhen, um so eine bessere Lösung zu erhalten. Ein Rehandle-Container kann intern umgeladen werden, wenn in der Auftragsfolge eine Rehandle-Container-Einladung direkt nach einer Rehandle-Container-Entladung folgt. Deshalb wird für jedes Auftragspaar  $(i, j)$ , mit  $i \in O^A$  und  $j \in O^E$ , geprüft, ob die Aufträge  $i$  und  $j$  innerhalb der Auftragsfolge so verschoben werden können, dass Auftrag  $i$  unmittelbar vor Auftrag  $j$  ausgeführt wird. Dabei sind die Vorrangbeziehungen zu berücksichtigen. Die Merging-Strategie kann wie folgt beschrieben werden:

- Schritt 1: Setze  $p := 1$ .
- Schritt 2: Sieht der an Position  $p$  stehende Auftrag  $i$  die Entladung eines Rehandle-Containers vor ( $i \in O^A$ ), dann setze  $\bar{p} := 2$  und gehe zu Schritt 3. Ansonsten gehe zu Schritt 6.
- Schritt 3: Sieht der an Position  $\bar{p}$  stehende Auftrag  $j$  die Einladung eines Rehandle-Containers vor ( $j \in O^E$ ) und existiert kein  $(j, i) \in V$ , dann gehe zu Schritt 4. Ansonsten gehe zu Schritt 5.
- Schritt 4: Ermittle die Menge aller zulässigen Verschiebepositionen für die Aufträge  $i$  und  $j$ . Können die Aufträge  $i$  und  $j$  so verschoben werden, dass Auftrag  $i$  unmittelbar vor Auftrag  $j$  ausgeführt wird und verbessert sich dadurch der Zielfunktionswert, dann verschiebe beide Aufträge entsprechend und gehe anschließend zu Schritt 1. Andernfalls gehe zu Schritt 5.
- Schritt 5: Falls  $\bar{p} = Q$ , gehe zu Schritt 6. Ansonsten setze  $\bar{p} := \bar{p} + 1$  und gehe zu Schritt 3.
- Schritt 6: Falls  $p = Q$ , brich das Verfahren ab. Ansonsten setze  $p := p + 1$  und gehe zu Schritt 2.

### 4.2.4 Ablauf und Abbruch der Verbesserungsphase

In der Verbesserungsphase werden die vorgestellten Verschiebestrategien nacheinander in einer Schleife ausgeführt. Führt in einer Iteration mindestens eine Verschiebestrategie zu einer Verbesserung der Lösung, wird eine weitere Iteration ausgeführt. Die Reihenfolge, in der die Verschiebestrategien ausgeführt werden, beeinflusst die Qualität der erzeugten Lösungen. In Experimenten wurden die durchschnittlich besten Ergebnisse erzielt, wenn erst die Best-Shift-Left-Strategie, dann die Best-Shift-Right-Strategie und zuletzt die Merging-Strategie ausgeführt wird.

## 5 Experimentelle Untersuchung

Anhand numerischer Experimente wurde die Lösungsgüte der Multistart-Heuristik für das CSPH untersucht.

### 5.1 Generierung der Probleminstanzen

Für die Experimente wurde eine große Anzahl an Probleminstanzen generiert. Die erzeugten Probleminstanzen unterscheiden sich hinsichtlich der Größe der betrachteten Bucht (3 Stufen), dem Anteil an Import-Containern (3 Stufen), dem Anteil an Export-Containern (3 Stufen) und

dem Anteil an Rehandle-Containern (5 Stufen). Bei der Größe der betrachteten Bucht wird zwischen kleinen, mittleren und großen Problem instanzen unterschieden. Kleine Problem instanzen bestehen aus 10 Stapeln, 10 Ebenen und 3 Ladeluken. Durch die Ladeluken werden die unteren fünf Ebenen von den oberen fünf Ebenen getrennt. Die erste Ladeluke umfasst die Stapel 1-3, Ladeluke zwei umfasst die Stapel 4-7 und Ladeluke drei umfasst die Stapel 8-10. Mittlere Problem instanzen bestehen aus 15 Stapeln, 15 Ebenen und 5 Ladeluken. Durch die Ladeluken werden die unteren sieben Ebenen von den oberen acht Ebenen getrennt. Alle Ladeluken umfassen jeweils drei aneinander liegende Stapel. Große Problem instanzen bestehen aus 20 Stapeln, 20 Ebenen und 6 Ladeluken. Die Ladeluken trennen die unteren zehn Ebenen von den oberen zehn Ebenen. Ladeluke eins umfasst die Stapel 1-3, Ladeluke zwei die Stapel 4-6, Ladeluke drei die Stapel 7-10, Ladeluke vier die Stapel 11-14, Ladeluke fünf die Stapel 15-17 und Ladeluke sechs die Stapel 18-20. Der Anteil an Import-Containern gibt an, wie viel Prozent der Stellplätze in der Bucht konfiguration des einlaufenden Schiffes mit Import-Containern belegt sind. Es wird zwischen 30%, 50% und 70% unterschieden. Der Anteil an Export-Containern gibt an, wie viel Prozent der Stellplätze in der Bucht konfiguration des auslaufenden Schiffes mit Export-Containern belegt sind. Auch hier wird zwischen 30%, 50% und 70% unterschieden. Der Anteil an Rehandle-Containern gibt an, wie viel Prozent der Stellplätze in der betrachteten Bucht mit Rehandle-Containern belegt sind. Es wird zwischen 0%, 5%, 10%, 15% und 20% unterschieden. Darüber hinaus sind 10% der Positionen an Bord des Schiffes mit fixen Containern belegt. Aus den 4 Faktoren und ihren Stufen ergeben sich insgesamt  $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5 = 135$  Stufenkombinationen. Für jede Stufenkombination wurden 50 unterschiedliche Problem instanzen generiert. Insgesamt wurden  $135 \cdot 50 = 6750$  Probleme erzeugt. Bei der Problemerzeugung wurden die Import-Container, die Export-Container, die Rehandle-Container und die fixen Container zufällig auf die Stapel verteilt. Dabei wurde sichergestellt, dass die maximale Anzahl an Containern je Stapel nicht überschritten wird und einem Stapel höchstens so viele fixe Container zugeordnet werden, wie Ebenen unterhalb der Ladeluke zur Verfügung stehen. Fixe Container wurden stets unterhalb der Ladeluke positioniert. Import-Container, Rehandle-Container und Export-Container wurden hingegen zufällig auf den Bereich oberhalb und unterhalb der Ladeluke verteilt. Dabei wurde sichergestellt, dass in jedem Stapel die maximale Anzahl an Containern oberhalb und unterhalb der Ladeluke nicht überschritten wird. Rehandle-Container wurden zufällig zwischen den Import-Containern in der Bucht konfiguration des einlaufenden Schiffes sowie zwischen den Export-Containern in der Bucht konfiguration des auslaufenden Schiffes verteilt.

Den Experimenten liegen die folgenden Bearbeitungszeiten ( $s$ =Sekunden) zugrunde:

$$t_j^{LA} = 70 \text{ s} \quad \forall j \in M$$

$$t_{i,j}^{LA,int} = 70 \text{ s} \quad \forall i \in O^A \text{ und } \forall j \in O^E$$

$$t_{i,j}^{LE} = \begin{cases} 50 \text{ s, falls } i, j \in M^A \\ 50 \text{ s, falls } i, j \in M^E \end{cases} \left. \vphantom{t_{i,j}^{LE}} \right\} \text{Dauer der Leerfahrt bei einem Einzelspiel}$$

$$\begin{cases} 40 \text{ s, falls } i \in M^A \text{ und } j \in M^E \\ 40 \text{ s, falls } i \in M^E \text{ und } j \in M^A \end{cases} \left. \vphantom{t_{i,j}^{LE}} \right\} \text{Dauer der Leerfahrt bei einem Doppelspiel}$$

## 5.2 Ergebnisse

Die Multistart-Heuristik wurde in C++ implementiert. Zur Lösung eines Problems wurden jeweils 1000 Iterationen durchlaufen und die beste gefundene Lösung ausgegeben. Für den Vergleich wurde die relative Abweichung ( $RE = \text{relative error}$ ) des Zielfunktionswertes von der unteren Schranke<sup>2</sup> ( $LB$ ) ermittelt. Es gilt:

$$RE = \frac{(Z - LB)}{LB} \cdot 100 \quad (10)$$

Zudem wurden der stapelbasierte Ansatz von Zhang und Kim (2009) und der GRASP-Ansatz von Meisel und Wichmann (2010) in C++ implementiert und an die zugrundeliegende Problemstellung angepasst. Die Heuristik von Zhang und Kim ermittelt für jedes Problem die Reihenfolge, in der die Stapel ober- und unterhalb der Ladeluke abgearbeitet werden sollen. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurde die Stapelreihenfolge in eine zulässige Auftragsfolge überführt. Beim GRASP-Ansatz von Meisel und Wichmann werden Ladeluken nicht explizit berücksichtigt. Aufgrund der zusätzlichen Vorrangbeziehungen kann es in der Konstruktionsphase zu leeren Kandidatenlisten und damit zum Abbruch des Verfahrens kommen. Um dennoch zulässige Lösungen zu generieren, wurde das Konstruktionsverfahren wie folgt modifiziert: Kann kein Kandidat für die Kandidatenliste ermittelt werden, werden alle zulässigen Entladungsaufträge in die Kandidatenliste aufgenommen, die zu den Stapeln der Ladeluke des aktuellen Entladungsstapels gehören.

*Beispiel:* Die Ladeluke 1 umfasst die Stapel 1-3. Ist der aktuelle Entladungsstapel Stapel 1 und konnte kein Kandidat für die Kandidatenliste ermittelt werden, werden alle zulässigen Entladungsaufträge der Stapel 2 und 3 in die Kandidatenliste aufgenommen.

Tabelle 1 stellt die von den drei Verfahren erzielten Ergebnisse gegenüber. Die Multistart-Heuristik (MSH) erzielte für alle Problemgrößen jeweils die kleinste durchschnittliche relative Abweichung ( $ARE = \text{Average Relative Error}$ ), gefolgt vom modifizierten GRASP-Ansatz von Meisel und Wichmann (GRASP MuW) und dem stapelbasierten Ansatz von Zhang und Kim (SBA ZuK). Bei allen Verfahren sinkt die ARE mit zunehmender Problemgröße. Unter Einbezug aller 6750 Probleminstanzen liegt die ARE der MSH mit 4,08% unter GRASP MuW (4,80%) und deutlich unter SBA ZuK (9,05%). Der durchschnittliche Anteil interner Umladungen ( $IRR = \text{Internal Rehandle Ratio}$ ) gibt an, wie viel Prozent der Rehandle-Container einer Probleminstanz durchschnittlich intern umgeladen werden konnten. Die MSH erzielte für alle Problemgrößen jeweils den höchsten IRR, gefolgt vom GRASP MuW. Da beim SBA ZuK interne Umladungen nicht explizit berücksichtigt werden, führt dieser unabhängig von der Problemgröße zu einem deutlich kleineren IRR. Der IRR steigt bei der MSH von 50,34% bei kleineren Probleminstanzen, über 57,23% bei mittleren Probleminstanzen auf 58,34% bei großen Probleminstanzen. Unter Einbezug aller 6750 Probleminstanzen liegt der IRR der MSH mit 55,31% vor dem GRASP MuW mit 51,23% und deutlich vor dem SBA ZuK (11,39%). Die durchschnittliche Doppelspielrate ( $DCR = \text{Double Cycling Ratio}$ ) gibt an, wie viel Prozent der Aufträge einer Probleminstanz durchschnittlich im Doppelspiel (auf eine Einladung folgte eine Entladung oder auf eine Entladung folgte eine Einladung) ausgeführt wurden. Der SBA ZuK erzielte für alle Problemgrößen jeweils die höchste DCR, gefolgt von der MSH und dem GRASP MuW. Insgesamt steigt die DCR bei allen Verfahren mit zunehmender Problemgröße an. Unter Einbezug aller 6750

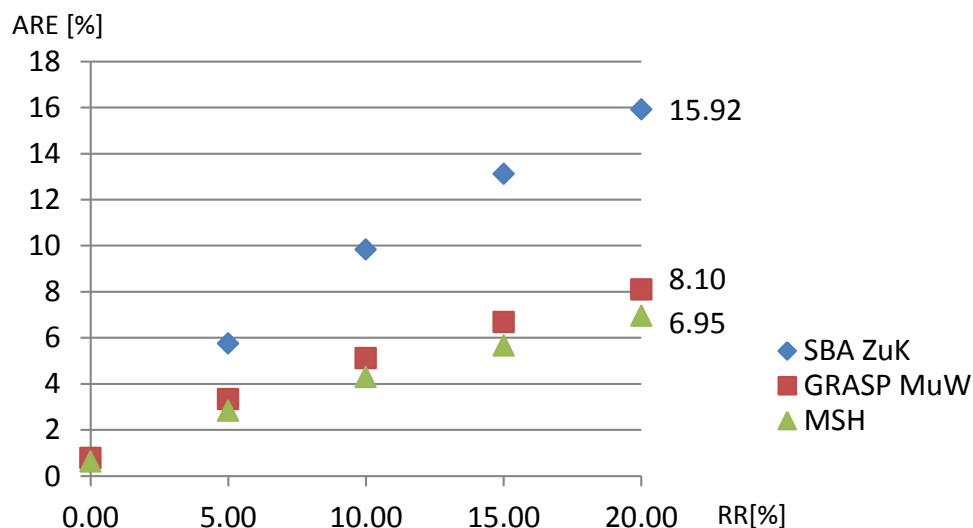
<sup>2</sup> Die dem Experiment zugrundeliegenden Bearbeitungszeiten ermöglichen die Berechnung der unteren Schranke nach Meisel und Wichmann (2010). Für die Berechnung der unteren Schranke siehe [4].

Probleminstanzen liegt die DCR des SBA ZuK mit 76,27% vor der MSH mit 73,48% und dem GRASP MuW (70,99%). Die durchschnittlich benötigte Zeit zur Lösung einer Probleminstanz (Zeit) auf einem PC i7-2600K @3,4GHz bleibt selbst bei großen Problemen bei allen Verfahren unter 5 Sekunden.

Größe	Verfahren	ARE [%]	IRR [%]	DCR [%]	Zeit [s]
10x10	SBA ZuK	9.66	10.06	72.64	0.00
	GRASP MuW	5.22	49.62	68.96	0.38
	MSH	4.94	50.34	70.60	0.32
15x15	SBA ZuK	8.84	11.69	77.17	0.00
	GRASP MuW	4.66	52.13	71.18	1.52
	MSH	3.74	57.23	74.26	1.21
20x20	SBA ZuK	8.64	12.41	79.00	0.00
	GRASP MuW	4.52	51.93	72.83	4.88
	MSH	3.54	58.34	75.57	3.71
Gesamt	SBA ZuK	9.05	11.39	76.27	0.00
	GRASP MuW	4.80	51.23	70.99	2.26
	MSH	4.08	55.31	73.48	1.75

**Tabelle 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse**

Bild 2 stellt die ARE für die drei Verfahren in Abhängigkeit vom Anteil an Rehandle-Containern (RR) in den Probleminstanzen dar.



**Bild 2: Vergleich der Lösungsgüte in Abhängigkeit vom Anteil an Rehandle-Containern in den Probleminstanzen**

Jeder Punkt in der Grafik repräsentiert die von dem jeweiligen Verfahren erzielte ARE für 1350 Probleminstanzen mit entsprechendem Anteil an Rehandle-Containern. Es ist erkennbar, dass die ARE bei allen Verfahren mit zunehmendem RR größer wird. Bei RR=20% liegt die ARE der MSH bei 6,95%, die des GRASP MuW bei 8.10% und die des SBA ZuK bei 15,92%. Bei RR=0% liefern alle Verfahren Lösungen nahe dem Optimum.

## 6 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde das Container Sequencing Problem unter Berücksichtigung von Ladeluken betrachtet. Bei der Ermittlung zulässiger Umladesequenzen wurden Doppelspiele und direkte Umladungen von Rehandle-Containern innerhalb der betrachteten Bucht berücksichtigt. Die Problemstellung wurde als gemischt-ganzzahliges Modell formuliert. Zur Lösung des Problems wurde eine Multistart-Heuristik vorgeschlagen. Anhand der Ergebnisse numerischer Experimente wurde die Multistart-Heuristik mit anderen, an die Problemstellung angepassten Lösungsverfahren verglichen. Die Multistart-Heuristik erzielte über alle Problemgrößen hinweg die kleinste durchschnittliche Abweichung des Zielfunktionswertes zur unteren Schranke. Unter Berücksichtigung aller 6750 Probleminstanzen liegt die ARE der Multistart-Heuristik mit 4,08% unter dem des modifizierten GRASP-Ansatzes von Meisel und Wichmann (4,80%) und deutlich unter dem stapelbasierten Ansatz von Zhang und Kim (9,05%). In zukünftigen Forschungsarbeiten könnte das CSPH in die Beladungsplanung von Containerschiffen integriert werden. Ziel wäre es, solche Beladungspläne zu erstellen, die eine möglichst schnelle Abarbeitung der Schiffe ermöglichen. Weiterhin könnte das CSPH in die Planung der Prozesse integriert werden, die an der Bereitstellung der einzuladenden Container beteiligt sind. Dazu zählen Yard-Kran-Operationen sowie die landseitigen Transporte der Container zum Kai-Kran.

## 7 Literatur

- [1] Bierwirth, C; Meisel, F (2010): A Survey of Berth Allocation and Quay Crane Scheduling Problems in Container Terminals, *European Journal of Operational Research* 202(3): 615-627.
- [2] Goodchild, AV; Daganzo, CD (2006): Double-Cycling Strategies for Container Ships and Their Effect on Ship Loading and Unloading Operations, *Transportation Science* 40(4): 473-483.
- [3] Huang, Y; Liang, C; Yang, Y (2009): The Optimum Route Problem by Genetic Algorithm for Loading/Unloading of Yard Crane, *Computer & Industrial Engineering* 56(3):993-1001.
- [4] Meisel, F; Wichmann, M (2010): Container Sequencing for Quay Cranes with Internal Reshuffles, *OR Spectrum* 32(3):569-591.
- [5] Pinedo, ML (2008): *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*. 3. Auflage. Springer-Verlag, New York.
- [6] Zhang, H; Kim, KH (2009): Maximizing the number of dual-cycle operations of quay cranes in container terminals, *Computers & Industrial Engineering* 56(3):979-992.

# Produktkonfiguration von Flachstahlerzeugnissen

## Matthias Wichmann

Technische Universität Braunschweig,  
Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: ma.wichmann@tu-braunschweig.de

## Thomas Volling

Technische Universität Braunschweig,  
Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: t.volling@tu-braunschweig.de

## Thomas S. Spengler

Technische Universität Braunschweig,  
Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion, 38106 Braunschweig,  
E-Mail: spengler@tu-braunschweig.de

## Abstract

Kundenanfragen nach flachgewalzten Stahlprodukten sind geprägt von einer hohen Variantenvielfalt. Diese resultiert aus individuellen Anforderungen an die zu verwendenden Legierungen sowie die Produktgeometrie. Im Rahmen der Anfragebearbeitung ist zunächst zu prüfen, ob angefragte Produkte durch das Produktionssystem herstellbar sind. Die Herstellbarkeit wird durch vielfältige Restriktionen eingeschränkt. Die derzeit zur Prüfung eingesetzten Produktkataloge sind allerdings, insbesondere im Grenzbereich des technisch Möglichen, ungenau. In diesem Beitrag wird daher die Basis eines Produktkonfigurators entwickelt. Dieses Informationssystem ermöglicht die Prüfung der Herstellbarkeit einer Anfrage und bietet Ansätze zu ihrer Bewertung. In diesem Beitrag werden hierfür ein modularer Modellansatz sowie eine prototypische Implementierung zur Anwendung vorgestellt.

## 1 Einleitung

In der Stahlindustrie verschieben sich die Erzeugung und der Vertrieb von Flachstahlprodukten deutlich in Richtung einer zunehmenden Individualisierung der Nachfrage. Dies ist vielfältigen externen Anforderungen an die Stahlerzeuger geschuldet. So wird eine immer größere Anzahl spezialisierter Stahllegierungen angefragt. Zudem sollen Endprodukte möglichst endformnah und damit kundenindividuell spezifiziert sein. Dies betrifft neben der Stahllegierung insbesondere die geometrischen Abmessungen sowie die Beschaffenheit der Produktoberfläche.

Auf Seiten des Herstellers steht diesen Anforderungen ein flexibles Produktionssystem gegenüber. Das Produktionssystem umfasst vier wesentliche Produktionssegmente. Im ersten Segment werden Stahllegierungen in einer flüssigen Verarbeitungsphase erzeugt. Hierbei wird die chemische Zusammensetzung des erzeugten Stahls fixiert. Das zweite Segment ist die Urformgebung. Hier wird der flüssige Stahl in feste Brammen, rechteckige Stahlblöcke mit einer deutlich größeren Länge als Breite, gegossen. Im dritten Segment werden die Brammen zu kundenindividuellen Coils umgeformt. Ein Coil ist dabei eine Rolle aufgewickelten flachgewalzten Stahlbands. Die Umformung geschieht mittels Zuschneiden, Stauchen und Walzen. Das vierte Segment ist die Oberflächenveredelung. Hierbei werden die Oberflächen der Coils kundenindividuell bearbeitet. So werden Coils mittels Beizen gereinigt oder Veredelungsschichten wie Zink, Lack oder Folien auf die Oberfläche aufgebracht. Durch die geeignete Ausgestaltung der Zwischenprodukte sowie von Produktionsparametern wie Geschwindigkeiten, Walzkräften oder Drücken können flexibel nahezu beliebige Coils erzeugt werden. [5]

Die Flexibilität der Produktion ist allerdings nicht unbegrenzt. So treten in Produktionsprozessen Restriktionen auf, die das herstellbare Produktportfolio einschränken. Dies können allgemein gültige oder legierungsspezifische Restriktionen an einzelnen Aggregaten des Produktionssystems sein. Darüber hinaus resultieren Restriktionen auch aus dem Zusammenspiel verschiedener Aggregate oder Produktionsbereiche.

Aufgrund der unvollständigen Flexibilität besteht ein Informationsbedarf über die Herstellbarkeit kundenindividueller Produktanfragen. Dieser kann entweder indirekt durch die Abstimmung mit der Vertriebsabteilung des Herstellers oder direkt durch den Kunden mittels öffentlich zugänglicher Quellen und Werkzeuge gedeckt werden. Bislang wird häufig der indirekte Weg verfolgt. Allerdings wächst in den letzten Jahren durch die steigende Nutzung von Internet-Diensten auch der Bedarf nach direkten Informationen. Grundlage zur Deckung beider Informationsbedarfe ist ein geeignetes Informationssystem, welches dem Anfragenden, Vertriebsmitarbeiter oder Kunden, die notwendigen Informationen zur Verfügung stellt.

Zur Prüfung werden in der Regel Produktkataloge eingesetzt ([4], [6]). Diese bilden das herstellbare Produktportfolio oftmals basierend auf Erfahrungen des Herstellers ab. Den Katalogen liegen dabei statische Informationen zu Grunde. Darüber hinaus vereinfachen Produktkataloge das herstellbare Produktportfolio um eine tabellarische Darstellung zu ermöglichen. In der Folge sind Produktkataloge sehr gut geeignet, um Standardprodukte zu beschreiben oder weit außerhalb der Produktionsflexibilität liegende Produkte bei Kundenanfragen auszuschließen.

Insbesondere im Grenzbereich des technologisch Möglichen sind Produktkataloge nicht immer aussagefähig („nicht alle Breiten- Dickenkombinationen zulässig“, vgl. [6]). In der Folge können fehlerhafte Informationen aus Produktkatalogen abgeleitet werden. Dies hat zwei wesentliche Nachteile. Zum Einen werden Kundenaufträge, welche nicht herstellbar sind, fälschlicherweise als herstellbar eingestuft und vom Vertrieb angenommen. Im Resultat müssen diese Kundenaufträge nachträglich kostenintensiv geändert oder abgelehnt werden, was mit einer entsprechend negativen Kundenzufriedenheit einhergeht. Zum Anderen werden Kundenaufträge, welche herstellbar sind, abgelehnt, was zu entgangenen Deckungsbeiträgen führt. Um beide Effekte zu umgehen, wird in Produktkatalogen für bestimmte Produktmerkmalskombinationen oftmals auf eine individuelle Abstimmung verwiesen („nach Vereinbarung“, [4]). Diese erfordert die spezifische Prüfung durch Experten und geht mit einem meist mehrstündigen Zeitbedarf einher.



Um diese Nachteile zu überwinden besteht ein Bedarf nach richtigen Informationen über die Herstellbarkeit von Produkten auch im Grenzbereich des technologisch Möglichen. Hierbei muss insbesondere die Flexibilität der Produktion berücksichtigt werden. Dafür ist ein flexibles Beschreibungsmodell des Produktionssystems notwendig, welches alle möglichen Produktionsketten zur Erzeugung gewünschter Endprodukte umfasst. Dieses Modell muss mittels IT-Systemen abgebildet und verarbeitet werden können, um zeitnah bestehende Informationsbedarfe zu decken. Hierbei ist eine explizite Modellierung des Mengengerüsts der Flachstahlproduktion in integrierten Hüttenwerken unter Beibehaltung und Berücksichtigung aller prozessimmanenten Freiheitsgrade notwendig. Das Ziel ist dabei die Abbildung aller denkbaren Nischenprodukte und deren mögliche Produktionsketten. Implizites Wissen um die Freiheitsgrade der Produktion muss expliziert werden und in einer transparenten Systemumgebung verfügbar sein. Darüber hinaus sollte das zugehörige Wertegerüst Eingang in das Beschreibungsmodell finden um jederzeit betriebswirtschaftliche Implikationen von Auftragsannahmeentscheidungen ableiten zu können. Das Beschreibungsmodell muss den gesamten Prozess übergreifen und darf nicht auf einzelne Produktionsbereiche beschränkt sein. Es muss modular aufgebaut und einfach erweiterbar sein, um auch den Anforderungen sich im Zeitablauf verändernder Produktionssysteme gerecht zu werden.

Das Ziel dieses Beitrags ist die Entwicklung eines Beschreibungsmodells des Produktionssystems, welches die oben genannten Anforderungen erfüllt. Dieses bildet die Grundlage für ein Informationssystem zur Produktkonfiguration von Flachstahlprodukten.

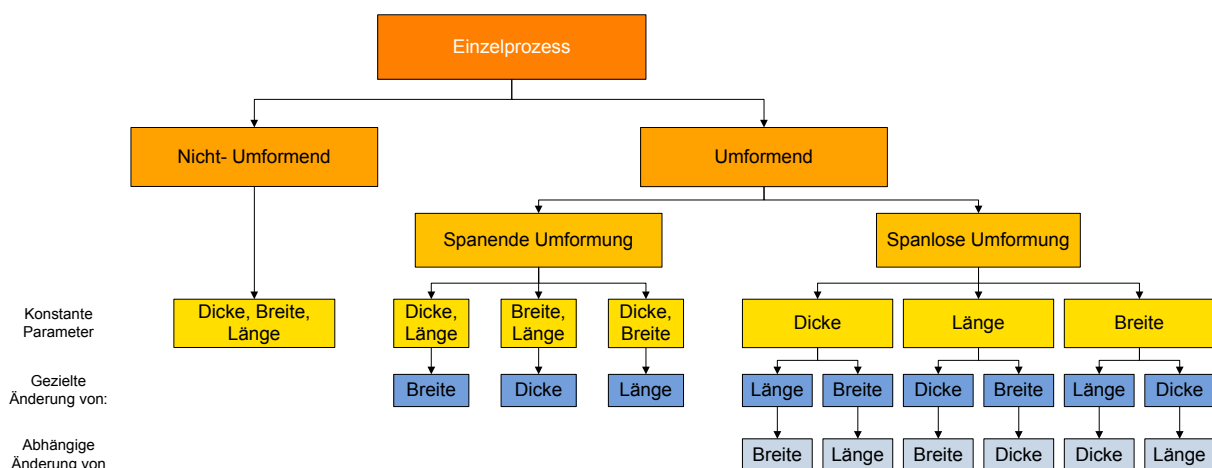
Im Folgenden wird daher im zweiten Abschnitt ein Ansatz zur modularen Beschreibung von Produktionssystemen in der Flachstahlerzeugung vorgestellt. Dieser wird im nachfolgenden dritten Abschnitt anhand einer illustrativen Fallstudie konkretisiert. Hierbei werden auch Aspekte einer prototypischen Implementierung dargestellt. Den Abschluss bildet ein Ausblick über die Einsatzmöglichkeiten des entwickelten Produktkonfigurators.

## **2 Entwicklung eines Beschreibungsmodell für Flachstahlprodukte**

Die Entwicklung eines Beschreibungsmodells von Produktionssystemen für Flachstahlprodukte erfolgt in einem dreistufigen Verfahren. In einer ersten Stufe werden die Produktionsketten in ihre elementaren Umformprozesse zerlegt und darauf basierend standardisierte Kategorien von Prozessmodulen identifiziert. In der zweiten Stufe werden für jede Modulkategorie die zugrundeliegenden Zusammenhänge zwischen physikalischen Eingangs- und Ausgangsgrößen unter Berücksichtigung der zugehörigen technischen Parameter modelliert. Abschließend werden in der dritten Stufe Kopplungsmechanismen zum Zusammensetzen von Modulen zu Prozessketten entwickelt. Die einzelnen Stufen werden im Folgenden detaillierter hinsichtlich des Vorgehens und der Ergebnisse dargestellt.

Die Zerlegung der Prozessketten in Module erfolgt mit dem Ziel, Zusammenhänge zwischen physikalischen Eingangs- und Ausgangsgrößen des verarbeiteten Materials systematisch beschreiben zu können. Dadurch wird die Grundlage zur Beschreibung der technologischen Flexibilität in der Produktion geschaffen. Um dies zu gewährleisten, ist eine Modellierung von Elementaroperationen erforderlich. Hierzu erfolgt die Detaillierung der gesamten Prozesskette bis auf die modulare Ebene von Arbeitsgängen, die höchstens eine Materialumformung durchführen. Aus der den Arbeitsgängen zugrundeliegenden Umformtechnik ergibt sich, in Anlehnung an [1], eine standardisierte Klassifikation der Prozessmodule in Modulkategorien, welche in Bild 1

dargestellt ist. So wird zwischen Modulen ohne Materialveränderung, Modulen mit spanender Umformung und Modulen mit spanloser Umformung unterschieden. In nicht-umformenden Modulen verändern sich die physikalischen Parameter des durchlaufenden Materials nicht. Dies können beispielsweise Lager- oder Transportprozesse sein. Hierzu gehören auch urformgebende Prozesse, da in diesen die Materialparameter festgelegt und nicht verändert werden. In Modulen mit spanender Umformung wird gezielt eine Dimension des passierenden Materials verändert. Hierbei wird die Masse des Materials geändert. Die zwei anderen Materialdimensionen bleiben bei diesem Umformvorgang konstant. Beispiele für die spanende Umformung sind Schneidprozesse, bei denen gezielt Breite oder Länge des passierenden Materials angepasst werden. In Modulen mit spanloser Umformung wird ebenfalls gezielt eine Dimension des Materials verändert, wobei allerdings sowohl die Masse als auch eine zweite Dimension des durchlaufenden Materials konstant bleiben. Die zugehörige dritte Dimension des Materials ergibt sich in Abhängigkeit von der Änderung der ersten Dimension. Ein spanloser Umformprozess ist beispielsweise das Walzen, bei dem gezielt die Dicke des passierenden Materials verringert wird, wobei die Breite und die Masse im Wesentlichen konstant bleiben. Die Länge des Materials verändert sich in Abhängigkeit von der Dickenänderung. Mit Hilfe der zehn zunächst qualitativ beschriebenen Modulkategorien lassen sich alle materialformenden Produktionsprozesse zur Erzeugung von Flachstahlprodukten darstellen.



**Bild 1:** Kategorien von Prozessmodulen [in Anlehnung an [1], S. 11]

In der zweiten Stufe des Vorgehensmodells wird für jede Modulkategorie eine quantitative techno-ökonomische Modellierung des in ihr enthaltenen Elementarprozesses entwickelt. Die zu beschreibenden Größen sind neben der Masse des zu bearbeitenden Materials auch dessen geometrische Dimensionen Dicke, Breite und Länge. Die explizite Modellierung der einzelnen Materialdimensionen erlaubt zunächst die Berücksichtigung von Restriktionen hinsichtlich der Materialdimensionen vor und nach einem Elementarprozess, beispielsweise einer maximalen Einsatzbreite. Modulabhängig werden weiterhin für jede der Größen physikalische Beziehungen zwischen Eingangs- und Ausgangsausprägung formuliert.

Im Rahmen der Modellierung werden kategorienspezifisch die minimal notwendige sowie die maximal mögliche Umformung berücksichtigt. Minimal notwendige Umformungen ( $\Delta^{min}$ ) sind Materialveränderungen, die unbedingt an jedem durch das Modul laufende Materialstück durchgeführt werden müssen. Dies kann beispielsweise beim Walzen das Reduzieren der Ausgangsdicke auf eine Maximaldicke am Ende des Walzvorgangs oder beim Saumschneiden das Ein-

halten eines technologisch notwendigen Mindestsaums sein. Maximal mögliche Umformungen ( $\Delta^{max}$ ) geben technologische oder organisatorische Obergrenzen der spezifischen Materialveränderung an. Dies kann beispielsweise ein maximales Walzmaß oder eine maximal zulässige Saumbreite sein. Im Regelfall sind in der Flachstahlproduktion zwischen diesen technologischen Extrema alle Produktionsvarianten zulässig. Daher lassen sich die Produktionsmöglichkeiten eines Moduls hinsichtlich der Materialveränderung als Linearkombination zwischen minimaler und maximaler Umformung darstellen. Die hierbei eingeführte Variable  $\lambda$  beschreibt nicht nur die Abstimmungsmöglichkeiten zwischen minimaler und maximaler Umformung, sondern dient, als Äquivalent der zu verrichtenden Umformarbeit, auch als Anknüpfungspunkt für Bewertungs- und Planungsfunktionen. Die so entstehende Modellierung kann als Engineering Production Function verstanden werden, da sie technologische und betriebswirtschaftliche Produktionsaspekte vereint (vgl. [2], S.28).

Zur Konkretisierung wird im Folgenden die allgemeine Formulierung der Kategorie von Walzmodulen dargestellt. Dies ist eine spanlose Materialumformung, bei der die Produktdicke definiert geändert wird, wobei die Produktbreite im Wesentlichen konstant bleibt. So ergeben sich folgende Zusammenhänge zwischen den Eingangs- und Ausgangsgrößen Breite  $b^{Ein}$  bzw.  $b^{Aus}$ , Dicke  $d^{Ein}$  bzw.  $d^{Aus}$ , Länge  $l^{Ein}$  bzw.  $l^{Aus}$  und Masse  $g^{Ein}$  bzw.  $g^{Aus}$  unter Berücksichtigung der minimalen und maximalen Dickenänderung  $\Delta d^{min}$  bzw.  $\Delta d^{max}$ .

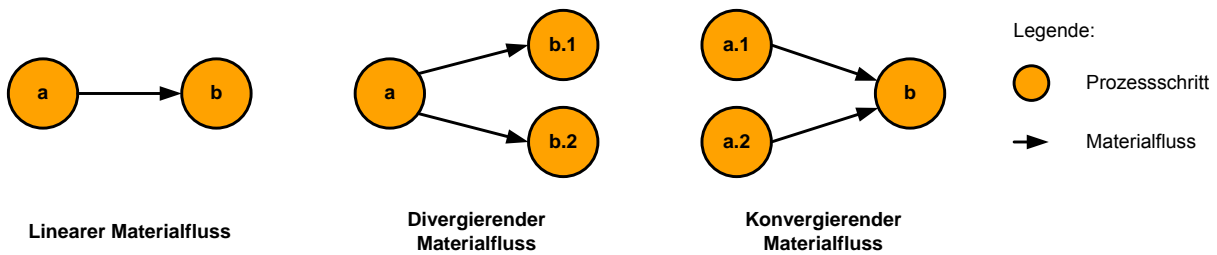
$$d^{Aus} = d^{Ein} + \Delta d^{min} + \lambda \cdot (\Delta d^{max} - \Delta d^{min}) \quad (1) \quad b^{Aus} = b^{Ein} \quad (4)$$

$$l^{Aus} = l^{Ein} \cdot \frac{d^{Ein}}{d^{Ein} + \Delta d^{min} + \lambda \cdot (\Delta d^{max} - \Delta d^{min})} \quad (2) \quad g^{Aus} = g^{Ein} \quad (5)$$

$$0 \leq \lambda \leq 1 \quad (3) \quad d^{Aus} \geq \text{Minimaldicke} \quad (6)$$

Hierbei beschreibt Formel (1), dass sich die Ausgangsdicke aus der Eingangsdicke, der minimal notwendigen Dickenänderung sowie einer beliebigen darüber hinaus gehenden bis hin zur insgesamt maximal möglichen Dickenveränderung ergibt. Sowohl Breite als auch Masse bleiben im Rahmen dieses Elementarprozesses konstant, wie in Formel (4) und (5) dargestellt. Die resultierende Ausgangslänge ergibt sich, unter Berücksichtigung der konstanten Masse und Breite, als zum Verhältnis der Dickenänderung umgekehrt proportionale Veränderung der Eingangslänge (2). Um sicherzustellen, dass die betrachtete Dickenveränderung den technologischen Randbedingungen entspricht, darf sich die Variable  $\lambda$  hierbei lediglich zwischen 0 und 1 bewegen, wie in Formel (3) dargestellt. Sind weitere Restriktionen bezüglich technologischer Parameter wie beispielsweise eine minimale Ausgangsdicke zu berücksichtigen, so können diese äquivalent zu Formel (6) ergänzt werden. Ein solcher Baukasten von Basisformeln kann für jede Modulkategorie erarbeitet werden; auf eine vollständige Darstellung wird an dieser Stelle allerdings verzichtet.

In der dritten Vorgehensstufe ist zur Abbildung vollständiger Prozessketten eine Zusammensetzung von Prozessbausteinen gemäß dem zugrundeliegenden Materialfluss notwendig. Hierbei werden zwischen zwei aufeinanderfolgenden Prozessstufen drei Arten des Materialflusses unterschieden: der lineare, der divergierende und der konvergierende Materialfluss [vgl. [3], S. 19]. Diese sind in Bild 2 dargestellt. Beim linearen Materialfluss fließt Material von einem Vormodul zu genau einem Nachfolgemodul. Beim divergierenden Materialfluss fließt Material, ausgehend von einem Vormodul, zu einem von mehreren potentiellen Nachfolgemodulen.



**Bild 2:** Arten von Materialflüssen [Eigene Darstellung]

Beim konvergierenden Materialfluss fließt Material schließlich aus einem von mehreren vorge-lagerten Modulen in ein einzelnes Nachfolgermodul. Für jede der drei Materialflussarten ist eine universelle Kopplungsmethodik der Beschreibungsgrößen notwendig. Beim linearen Material-fluss wird diese durch das Gleichsetzen der Ausgangsgrößen des Vormoduls mit den Eingangs-größen des Nachfolgemoduls erreicht. Dies gilt ebenso für den divergierenden Materialfluss, da an einer Nachfolgestufe immer nur das Material eingesetzt werden kann, welches die Vorstufe passiert hat. Beim konvergierenden Materialfluss gestaltet sich die Beschreibung komplexer, da die Entscheidung, welche der Vorstufen zur Erzeugung eines Produktes verwendet wird, nicht im Vorhinein festgelegt, sondern aus der impliziten Materialbeschreibung resultieren soll. Fest steht bei der Beschreibung lediglich, dass das zu verarbeitende Material bei einer einzelstück-bezogenen Beschreibung aus genau einer der  $n$  Vorstufen resultiert. Daher wird eine mathema-tische „Entweder-Oder“-Kopplung mittels Binärvariablen  $x_a$  eingesetzt. Diese ist jeweils genau dann gleich Eins, wenn die Produktion über Aggregat  $a$  erfolgen soll, ansonsten ist sie Null. Daraus resultieren Kopplungsbedingungen zwischen zwei Stufen  $i-1$  und  $i$ , die sich wie folgt darstellen:

$$d_i^{Ein} = \sum_{a=1}^n x_a^i \cdot d_{i-1}^{Aus,a} \quad (7)$$

$$g_i^{Ein} = \sum_{a=1}^n x_a^i \cdot g_{i-1}^{Aus,a} \quad (10)$$

$$l_i^{Ein} = \sum_{a=1}^n x_a^i \cdot l_{i-1}^{Aus,a} \quad (8)$$

$$\sum_{a=1}^n x_a^i = 1 \quad (11)$$

$$b_i^{Ein} = \sum_{a=1}^n x_a^i \cdot b_{i-1}^{Aus,a} \quad (9)$$

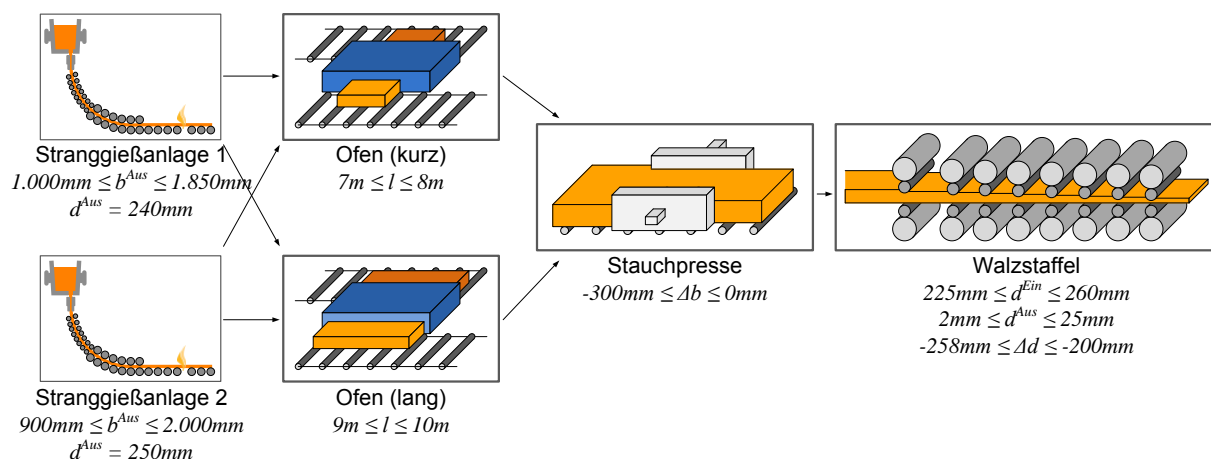
$$x_a^i \in \{0; 1\} \quad \forall a = 1, \dots, n \quad (12)$$

Basierend auf den Erkenntnissen des vorgestellten dreistufigen Verfahrens, bestehend aus einer allgemeinen Modulklassifikation, einem Baukasten von Basisformeln für jedes Modul und uni-versellen Kompositionsmöglichkeiten der Module, ist nun eine Modellierung beliebiger Prozess-ketten der Flachstahlproduktion möglich. Zunächst sind alle innerhalb einer spezifischen Pro-zesskette beteiligten Einzelprozesse zu identifizieren und einer der Modulkategorien zuzuordnen. Hierbei ist auch die dem Materialfluss entsprechende Kopplung der Einzelprozesse zu bestim-men. Anschließend werden für jeden der Einzelprozesse alle Restriktionen und Transforma-tionsmöglichkeiten ermittelt. Mit Hilfe der ermittelten Daten werden parametrisierte Module für jeden Einzelprozess entwickelt. Abschließend werden die parametrisierten Module unter Verwen-dung der vorgestellten Kopplungsmechanismen zu einer vollständigen Prozesskette zusam-mengesetzt. Insgesamt ergibt sich dabei ein nichtlineares, gemischt-ganzzahliges, in der Regel

unterbestimmtes Gleichungssystem, welches eine direkte Beziehung zwischen den Materialparametern zu Beginn und am Ende des Bearbeitungsprozesses herstellt. Wird dieses gelöst, sind die Ergebnisgrößen des Modells zum Einen die stufenbezogenen Variablen  $\lambda_i$  zur technologischen Beschreibung der möglichen Intensität von Umformprozessen und zum Anderen die Binärvariablen  $x_a^i$ , welche in ihrer spezifischen Ausprägung Auskunft über mögliche Prozessrouten geben.

Der aufgezeigte Modellierungsansatz erfüllt damit die in der Einleitung aufgezeigten Anforderungen vollständig. So kann sowohl das Mengen- als auch das Wertegerüst der Produktion systemseitig abgebildet und verarbeitet werden. Technologische Parameter sind transparent an den umformenden Modulen hinterlegt und können von Fachexperten gepflegt werden. Das Modell stellt weiterhin eine Kopplung zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen der verarbeiteten Materialien her und kann daher sowohl zu einem spezifischen Einsatzmaterial alle möglichen Endprodukte als auch zu einem gewünschten Endprodukt alle möglichen Vorprodukte ermitteln. Die modulare Architektur erlaubt das transparente Erweitern und Verändern der abgebildeten Produktionsprozesse. Darüber hinaus können mit den kontinuierlichen Variablen  $\lambda_i$  und den Binärvariablen  $x_a^i$  und deren Verkettung Kosten- und Leistungsgrößen zur Bewertung des betrieblichen Aufwands abgeleitet werden.

### 3 Fallbeispiel



**Bild 3:** Beispielhaftes Produktionssystem [Eigene Darstellung]

Im folgenden Abschnitt wird der vorgestellte Modellierungsansatz anhand einer Fallstudie konkretisiert. Hierbei wird ein beispielhaftes Produktionssystem mit zwei Stranggießanlagen (SGAs) und einer Warmbreitbandstraße untersucht. Die SGAs unterscheiden sich sowohl durch die Gießdicke (240mm vs. 250mm) als auch durch die zulässigen Gießbreiten (1.000 – 1.850mm vs. 900 – 2.000mm). Die Warmbandstraße umfasst zwei Wärmeöfen, eine Stauchpresse und schließlich eine Walzstaffel. Einer der Wärmeöfen erlaubt das Durchsetzen kurzer Brammen (7.000 – 8.000mm), der andere das Durchsetzen langer Brammen (9.000 – 10.000mm). In der Stauchpresse können Brammen um bis zu 300 mm in der Breite gestaucht werden. In der Walzstaffel wird die gestauchte Bramme auf eine Dicke zwischen 2 und 25 mm gewalzt. Für den

gesamten Prozess soll ein Maximalgewicht von 30t gelten. Das Produktionssystem und die möglichen Materialflüsse sind in Bild 3 dargestellt. Zur Prozessbeschreibung werden zunächst die beteiligten Module charakterisiert. Bei den SGAs handelt es sich um urformende, bei den Wärmeöfen um nicht-umformende Prozesse. Die Stauchpresse vollzieht eine spanlose Breitenänderung unter Beibehaltung der Materialdicke. Die Walzstaffel vollzieht eine spanlose Dickenänderung unter Beibehaltung der Materialbreite. Basierend auf der Charakterisierung ergeben sich die einzusetzenden Module mit ihren jeweiligen mathematischen Grundmodellen. Unter Berücksichtigung der kurz dargestellten Prozessrestriktionen ergibt sich das folgende mathematische Beschreibungsmodell, welches das darstellbare Produktportfolio vollständig beschreibt.

$$d_1^{Aus} = 240 \quad (13) \quad d_2^{Aus} = 250 \quad (17)$$

$$1000 \leq b_1^{Aus} \leq 1850 \quad (14) \quad 900 \leq b_2^{Aus} \leq 2000 \quad (18)$$

$$0 \leq l_1^{Aus} \leq \infty \quad (15) \quad 0 \leq l_2^{Aus} \leq \infty \quad (19)$$

$$0 \leq g_1^{Aus} \leq 30 \quad (16) \quad 0 \leq g_2^{Aus} \leq 30 \quad (20)$$

Die Gleichungen (13) bis (16) beschreiben die Urformgebung in SGA 1 (Aggregat 1), die Gleichungen (17) bis (20) die Urformgebung in SGA 2 (Aggregat 2). Hierbei werden Breite, Dicke, Länge und Masse gemäß der technischen Vorgaben beschränkt.

$$d_3^{Ein} = d_3^{Aus} = x_1^3 \cdot d_1^{Aus} + x_2^3 \cdot d_2^{Aus} \quad (21) \quad d_4^{Ein} = d_4^{Aus} = x_1^4 \cdot d_1^{Aus} + x_2^4 \cdot d_2^{Aus} \quad (26)$$

$$b_3^{Ein} = b_3^{Aus} = x_1^3 \cdot b_1^{Aus} + x_2^3 \cdot b_2^{Aus} \quad (22) \quad b_4^{Ein} = b_4^{Aus} = x_1^4 \cdot b_1^{Aus} + x_2^4 \cdot b_2^{Aus} \quad (27)$$

$$l_3^{Ein} = l_3^{Aus} = x_1^3 \cdot l_1^{Aus} + x_2^3 \cdot l_2^{Aus} \quad (23) \quad l_4^{Ein} = l_4^{Aus} = x_1^4 \cdot l_1^{Aus} + x_2^4 \cdot l_2^{Aus} \quad (28)$$

$$g_3^{Ein} = g_3^{Aus} = x_1^3 \cdot g_1^{Aus} + x_2^3 \cdot g_2^{Aus} \quad (24) \quad g_4^{Ein} = g_4^{Aus} = x_1^4 \cdot g_1^{Aus} + x_2^4 \cdot g_2^{Aus} \quad (29)$$

$$7000 \cdot (x_1^3 + x_2^3) \leq l_3^{Ein} \leq 8000 \cdot (x_1^3 + x_2^3) \quad (25) \quad 9000 \cdot (x_1^4 + x_2^4) \leq l_4^{Ein} \leq 10000 \cdot (x_1^4 + x_2^4) \quad (30)$$

Der Materialfluss durch den kurzen Ofen (Aggregat 3) bzw. langen Ofen (Aggregat 4) wird durch die Gleichungen (21) bis (25) bzw. (26) bis (30) beschrieben. Die binären Variablen  $x_a^i$  geben dabei den Materialfluss vor. So ist beispielsweise die Variable  $x_1^3$  gleich 1, wenn das Material im Rahmen der Produktion von SGA 1 zum kurzen Ofen fließen würde. Ansonsten ist der Wert der Variablen gleich null. Besonderes Augenmerk liegt auf den Gleichungen (25) und (30), welche die Länge des durch den Prozess laufenden Materials unter Berücksichtigung der Produktionsroute einschränken. Wird Material über den kurzen Ofen verarbeitet, so muss entweder  $x_1^3$  oder  $x_2^3$  gleich 1 sein, was zur Folge hat, dass die Einsatzlänge im angegeben Bereich liegen muss. Wird der Ofen nicht berücksichtigt, so sind sowohl  $x_1^3$  als auch  $x_2^3$  gleich 0, wodurch die Einsatzlänge ebenfalls auf 0 gesetzt wird.

$$x_1^3 + x_2^3 + x_1^4 + x_2^4 = 1 \quad (31) \quad x_1^3, x_2^3, x_1^4, x_2^4 \in \{0; 1\} \quad (32)$$

Gleichungen (31) und (32) stellen sicher, dass im Rahmen einer Produktionsalternative der Materialfluss nur von einer SGA zu einem Ofen möglich ist.

$$d_5^{Ein} = x_3^5 \cdot d_3^{Aus} + x_4^5 \cdot d_4^{Aus} \quad (33) \quad d_5^{Aus} = d_5^{Ein} \quad (39)$$

$$b_5^{Ein} = x_3^5 \cdot b_3^{Aus} + x_4^5 \cdot b_4^{Aus} \quad (34) \quad b_5^{Aus} = b_5^{Ein} + \Delta b_5^{min} + \lambda_5 \cdot (\Delta b_5^{max} - \Delta b_5^{min}) \quad (40)$$

$$l_5^{Ein} = x_3^5 \cdot l_3^{Aus} + x_4^5 \cdot l_4^{Aus} \quad (35) \quad l_5^{Aus} = l_5^{Ein} \cdot \frac{b_5^{Ein}}{b_5^{Ein} + \Delta b_5^{min} + \lambda_5 \cdot (\Delta b_5^{max} - \Delta b_5^{min})} \quad (41)$$

$$g_5^{Ein} = x_3^5 \cdot g_3^{Aus} + x_4^5 \cdot g_4^{Aus} \quad (36) \quad g_5^{Aus} = g_5^{Ein} \quad (42)$$

$$x_3^5 + x_4^5 = 1 \quad (37) \quad 0 \leq \lambda_5 \leq 1 \quad (43)$$

$$x_3^5, x_4^5 \in \{0; 1\} \quad (38) \quad \Delta b_5^{min} = 0; \Delta b_5^{max} = -300 \quad (44)$$

Gleichungen (33) bis (38) beschreiben den aus den Öfen zusammenlaufenden Materialfluss an der Stauchpresse, Gleichungen (39) bis (44) die Umformung innerhalb derselben. Hierbei werden durch Gleichung (44) die minimale und maximale Breitenveränderung in der Stauchpresse festgelegt.

$$d_6^{Ein} = d_5^{Aus} \quad (45) \quad d_6^{Aus} = d_6^{Ein} + \Delta d_6^{min} + \lambda_6 \cdot (\Delta d_6^{max} - \Delta d_6^{min}) \quad (49)$$

$$b_6^{Ein} = b_5^{Aus} \quad (46) \quad b_6^{Aus} = b_6^{Ein} \quad (50)$$

$$l_6^{Ein} = l_5^{Aus} \quad (47) \quad l_6^{Aus} = l_6^{Ein} \cdot \frac{d_6^{Ein}}{d_6^{Ein} + \Delta d_6^{min} + \lambda_6 \cdot (\Delta d_6^{max} - \Delta d_6^{min})} \quad (51)$$

$$g_6^{Ein} = g_5^{Aus} \quad (48) \quad 225 \leq d_6^{Ein} \leq 260 \quad (52)$$

$$g_6^{Aus} = g_6^{Ein} \quad (53)$$

$$0 \leq \lambda_6 \leq 1 \quad (54)$$

$$\Delta d_6^{min} = -(225 - 25); \Delta d_6^{max} = -(260 - 2) \quad (55)$$

$$2 \leq d_6^{Aus} \leq 25 \quad (56)$$

Der lineare Materialfluss zwischen Stauchpresse und Walzstaffel wird durch die Gleichungen (45) bis (48) beschrieben. Den Abschluss bilden die Gleichungen (49) bis (56), welche die Materialumformung durch die Walzstaffel repräsentieren. In Gleichung (52) wird die Einsatzdicke von Brammen, welche aufgrund technischer Möglichkeiten in der Walzstaffel verarbeitet werden können, definiert. Durch Gleichung (55) wird hierbei die minimale und die maximale Veränderung der Dicke festgelegt. Die minimale Veränderung ergibt sich aus dem Walzen der Bramme mit der minimalen Einsatzdicke (225mm) auf die maximale Enddicke (25mm). Die maximale Veränderung ergibt sich äquivalent aus dem Walzen der Bramme mit der maximalen Einsatzdicke (260mm) auf die minimale Enddicke (2mm). Da es sich hierbei um eine relative Veränderungsbeschreibung handelt, könnten prinzipiell durch Gleichung (49) auch eine Enddicke außer-

halb der Vorgaben erzielt werden. Um eine Gültigkeit der Beschreibung aufrecht zu erhalten, wird die Enddicke durch Gleichung (56) auf die zulässigen Endabmessungen beschränkt.

Mit Hilfe des so entstandenen Modells kann nun die Frage nach Herstellbarkeit eines Kundenauftrags beantwortet werden. So soll dem Hersteller nun eine Kundenanfrage mit einer Dicke von 4mm, einer Breite von 1.600mm und einem Gewicht von 27,5t vorliegen. Zur Auftragsprüfung werden die Auftragsparameter als Ausgangsdaten der sechsten Produktionsstufe eingesetzt. Der Auftrag ist dann zulässig, wenn das entwickelte nichtlineare Gleichungssystem eine zulässige Lösung besitzt. Dies ist im vorliegenden Beispiel gegeben.

Darüber hinaus ergeben sich aus den Lösungen des Gleichungssystems drei unterschiedliche Produktionsmöglichkeiten des Auftrags. Diese sind für Kunden in der Regel nicht relevant, interessieren aber den Hersteller. So haben die Produktionsmöglichkeiten unterschiedliche kapazitative Auswirkungen auf die Auslastung der Anlagen. Sie führen ebenso zu unterschiedlichen produktionsabhängigen Kosten. Die Produktionsmöglichkeiten des Beispielauftrags sind in Tabelle 1 dargestellt, wobei sich die angegebenen Größenparameter auf die Brammendimensionen zwischen SGA und Ofen beziehen.

Nr.	SGA	Ofen	Breite	Länge	Dicke	Gewicht	$\lambda_5$	$\lambda_6$
1	1	kurz	1.824 – 1.850 mm	8.000 – 7.890 mm	240 mm	27,5 t	0,75 – 0,83	0,62
2	1	lang	1.600 – 1.622 mm	9.122 – 9.000 mm	240 mm	27,5 t	0,00 – 0,07	0,62
3	2	kurz	1.752 – 1.900 mm	8.000 – 7.375 mm	250 mm	27,5 t	0,51 – 1,00	0,79

**Tabelle 1: Produktionsmöglichkeiten des Beispielauftrags**

Bei den Produktionsmöglichkeiten zeigen sich deutliche Unterschiede. So kann lediglich über SGA 1 sowohl eine kurze als auch eine lange Bramme zum Bedienen des Kundenauftrags erzeugt werden. Mittels SGA 2 ist nur das Erzeugen einer kurzen Bramme zulässig. Die möglichen Breiten dieser kurzen Bramme unterscheidet sich allerdings signifikant von den zulässigen Breiten an SGA 1. Grund dafür sind die unterschiedlichen Gießdicken.

Auch bei den zu erwartenden Umformaufwendungen zeigen sich Unterschiede. So ist an der Variable  $\lambda_5$  zu erkennen, dass insbesondere bei kurzen Brammen verstärkte Umformarbeit zu leisten ist. Bei dickeren Brammen ist hingegen ein stärkeres Walzen notwendig, erkennbar an Variable  $\lambda_6$ . Nichtsdestotrotz stehen der größeren Umformarbeit durch die kürzer zu verarbeitende Brammenlänge, geringere Kapazitätsbelastungen an der Stranggießanlage gegenüber. Die größenabhängigen Kapazitätsbelastungsfaktoren können ebenfalls direkt den Modellierungsergebnissen entnommen werden. Dies führt insgesamt zu einer umfassenden Bewertungsgrundlage für Produktionsmöglichkeiten.

Die in dieser Fallstudie dargestellten Ergebnisse basieren auf der Implementierung des Beschreibungsmodells in einem Prototypen eines Informationssystems. Dieser besteht aus zwei Komponenten. Dies ist zum Einen ein Datenbanksystem (Microsoft Access), welches die Daten speichert, den Programmablauf koordiniert und als Schnittstelle zum Nutzer dient, und zum Anderen ein mathematischer Solver (LINGO mit der Erweiterung für nichtlineare Probleme), welcher die Zulässigkeit nichtlinearer Gleichungssysteme prüft.

Das Datenbanksystem beinhaltet zunächst die Kategorien von Prozessmodulen. Für jede Kategorie sind mathematische Grundgerüste zur Beschreibung der Materialveränderung hinterlegt.



Weiterhin enthält die Datenbank in individuellen Datensätzen alle Parameter der abgebildeten Aggregate. Jedes abgebildete Aggregat ist einer Kategorie zugordnet. Im aggregatspezifischen Datensatz ergeben sich daher die konkrete Ausgestaltung der Parameter der Grundgerüste der Modulkategorie sowie darüber hinausgehende allgemeingültige und legierungsspezifische Restriktionen. Abschließend wird die Innenstruktur des Produktionsnetzwerks mit allen zugehörigen Materialflussmöglichkeiten definiert.

Zur Deckung von Informationsbedarfen wird das oben dargestellte mathematische Beschreibungsmodell der Produktkonfiguration dynamisch und fallbezogen erstellt. So werden jeweils die Restriktionen und Fähigkeiten im mathematischen Beschreibungsmodell berücksichtigt, welche allgemeingültig sind oder für die nachgefragte Stahllegierung relevant sind. Hierbei wird ein OLE-Objekt erzeugt, welches das oben dargestellte nichtlineare Gleichungssystem in der vom mathematischen Lösungswerkzeug benötigten Struktur enthält. Im Prototypen wird das OLE-Objekt an den Solver übergeben. Dieser prüft das nichtlineare Gleichungssystem auf Zulässigkeit und beantwortet somit die Frage der Herstellbarkeit einer Kundenanfrage. Die Ergebnisse des Solvers werden von der Datenbank entgegengenommen und für die weitere Verarbeitung im Prozess visuell aufbereitet. Die Anwendung eines Optimierungswerkzeugs eröffnet weitere entscheidungsunterstützende Potentiale, auf die im Ausblick eingegangen wird.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieses Beitrags wird der Informationsbedarfs bei der Konfiguration von Flachstahlprodukten aufgezeigt. Aufbauend auf den Schwachstellen bestehender Informationssysteme in Form von Produktkatalogen werden Anforderungen an ein intelligentes Informationssystem zur Produktkonfiguration unter Berücksichtigung der Fähigkeiten des Produktionssystems abgeleitet. Es wird ein neuartiger Modellierungsansatz eingeführt, welcher modellbasiert alle möglichen Produktdimensionen von Vor- und Zwischenprodukten einer Kundenanfrage bestimmen kann. Darüber hinaus bietet der Ansatz Anknüpfungspunkte für eine Bewertung der Anfrage, da auch die zugehörigen Kapazitätsbedarfe und Umformaufwendungen bestimmt werden. Der vorgestellte Modellierungsansatz ist modular aufgebaut, um sowohl Flexibilität durch nahezu beliebige Kopplung von Produktionsmodulen als auch Transparenz durch eine stückweise nachvollziehbare Beschreibungssystematik zu gewährleisten. Eine Besonderheit ist hierbei die Berücksichtigung der Transformationsfähigkeiten eines jeden Produktionsaggregats. In der Folge geht die Modellierung deutlich über klassische produktionstheoretische Modelle hinaus, welche im Wesentlichen auf mengenbezogene Zusammenhänge fokussiert sind. Der Modellierungsansatz wird in einer illustrativen Fallstudie konkretisiert. Ebenso werden Aspekte einer prototypischen Implementierung diskutiert. Dabei wird die Anwendung des Modellierungsansatzes zur Deckung des Informationsbedarfs im Rahmen der kundenindividuellen Produktkonfiguration dargestellt.

Basierend auf dem Modellierungsansatz zur Beschreibung der Produktgrößen im Herstellungsprozess sind vielfältige Einsatzmöglichkeiten absehbar. So kann mittels des Ansatzes das Spektrum herstellbarer Produkte, insbesondere in den Nischen aktueller Produktkataloge, kundentransparent ausgeleuchtet werden. Erweisen sich Anfragen als nicht herstellbar, so kann mit Methoden der Sensitivitätsanalyse eine minimale Veränderung von Kundenwunschanforderungen ermittelt werden, die in erzeugbare Produktionsaufträge mündet. Diese Informationen können mit einem geeigneten Informationssystem sowohl direkt für den Kunden als auch für den

Vertrieb zur Verfügung stehen. So ist eine schnelle Abstimmung von Hersteller und Kunden und damit schnelle Auftragsakquise möglich.

Für den Vertrieb gehen die Einsatzmöglichkeiten deutlich über die Herstellbarkeitsprüfung hinaus. So erlauben die Anknüpfungspunkte der kapazitativen und aufwandsbezogenen Bewertung eine richtige und transparente Angebotskalkulation. Die genauere und schnellere Beantwortung von Kundenanfragen kann daher zu einem verbesserten Kundenservice und einem erhöhten Zufriedenheitspotential führen.

Auch im Bereich der Produktionsplanung des Herstellers sind die Informationen über auftragsbezogene Freiheitsgrade relevant. So entfällt die explizite Vorgabe statischer Produktionsaufträge. Vielmehr kann für jeden Produktionsauftrag, auf Basis der Freiheitsgrade des Produktionssystems, eine flexible Beschreibung von Vor- und Zwischenprodukten zur Herstellung eines gewünschten Endprodukts erzielt werden. In der Folge können die bestehenden Freiheitsgrade in der Produktionsplanung berücksichtigt und betriebswirtschaftlich sinnvoll genutzt werden. Ein Beispiel hierfür ist der Lagerabgleich, eine Fragestellung, bei der verfügbare Brammen optimal offenen Kundenaufträgen zugewiesen werden sollen. Durch den Modellierungsansatz wird erstmalig eine prozessübergreifende Prüfung der Einsatzfähigkeit von Vorprodukten für Endkundenaufträge möglich.

Darüber hinaus können auch visionäre Planungsfragestellungen adressiert werden. So bieten die produktionsseitigen Freiheitsgrade Anknüpfungspunkte zur energetischen und ökologischen Bewertung von Produktionsalternativen, etwa durch Berücksichtigung prozessspezifischer CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren. Insbesondere vor dem Hintergrund eines steigenden Umweltbewusstseins und den daraus resultierenden Anforderungen an produzierende Unternehmen ist der Einsatz geeigneter Planungsverfahren daher Schlüssel zu einer nachhaltigen Produktion. Für die vorgestellten Fragestellungen sind allerdings die bestehenden Planungsverfahren auf die aus der Modellierung resultierenden Freiheitsgrade zu erweitern. Dies wird weiterhin Aufgabe der Forschung sein.

## 5 Literatur

- [1] Doege, E; Behrens, BA (2010): Handbuch Umformtechnik, Springer, Berlin.
- [2] Fandel, G (1996): Produktions- und Kostentheorie, 5. Aufl., Springer, Berlin.
- [3] Günther, HO; Tempelmeier, H (2007): Produktion und Logistik, Springer, Berlin.
- [4] Salzgitter Flachstahl GmbH (2010): Abmessungen und Ausführungen, URL: [http://www.salgitter-flachstahl.de/de/Produkte/warmgewalzte\\_produkte/Abmessungen\\_und\\_Ausfuehrungen](http://www.salgitter-flachstahl.de/de/Produkte/warmgewalzte_produkte/Abmessungen_und_Ausfuehrungen). Abgerufen am 22.09.2011.
- [5] Verein Deutscher Eisenhüttenleute (Hrsg.) (1992): Steel Manual, Stahleisen, Düsseldorf.
- [6] ThyssenKrupp Steel Europe (2010): Gesamt-Lieferprogramm >> Warmband, URL: [http://www.thyssenkrupp-steel-europe.com/de/produkte/gesamt\\_lieferprogramm/warmband.jsp](http://www.thyssenkrupp-steel-europe.com/de/produkte/gesamt_lieferprogramm/warmband.jsp). Abgerufen am 22.09.2011.

# **Wissensmanagement**



# Externes Wissen in offenen Innovationsprozessen – Ein systematischer Literatur-Review

**Paul Kruse**

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insbes. Informationsmanagement, 01062 Dresden, KRC – Knowledge Research Center e.V.,  
E-Mail: paul.kruse@tu-dresden.de

## Abstract

Die Integration externen Wissens (EW) zur Steigerung der Innovationskraft stellt Unternehmen vor eine Reihe von Herausforderungen. Der vorliegende Beitrag untersucht in diesem Zusammenhang den Einfluss externen Wissens auf offene Innovationsprozesse. Als Ergebnis einer systematischen Literaturanalyse werden 8 Kategorien mit 19 Untergruppen externer Wissensträger vorgestellt. Auf die entwickelte Systematisierung aufbauend werden Vor- und Nachteile zusammengetragen, die die Einbeziehung der Wissensquellen mit sich bringt. Es wird gezeigt, dass (a) die aktuelle OI-Forschung sich der Bedeutung des externen Wissens bewusst ist, (b) Untersuchungen aber häufig auf wenige Kategorien beschränkt sind und (c) positive sowie negative Einflüsse auf offene Innovationsprozesse vernachlässigt werden. Die zielgerichtete Auswahl der Quellen stellt somit eine der Herausforderungen im OI dar.

## 1 Einleitung

### 1.1 Problemfeld

Die Bedeutung des Wissens und des Wissensmanagements wurde in der Vergangenheit bereits ausführlich diskutiert (u. a. [27][33]). Dem Knowledge-based View zufolge ist Wissen *die* strategisch wertvollste Ressource einer Unternehmung [11]. Während früher ein Großteil dieser Ressource zumeist innerbetrieblich entwickelt wurde, können heute nur noch wenige Firmen ihre Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit ausschließlich über interne Wissensquellen sichern [31]. Um nicht den Anschluss an aktuelle Trends zu verlieren, greifen Firmen daher auf externe technologische Entwicklungen und Forschungsergebnisse zurück.

Filippetti (2011) zeigt in einer umfassenden, über mehr als 4.500 europäische Unternehmen abdeckenden Untersuchung heraus, dass interne Design-Aktivitäten (43%), die eigene Forschung und Entwicklung (54%) und der Erwerb maschineller Einrichtungen (83%) die bedeutendsten Innovationsquellen darstellen [17]. Gleichzeitig zeigt die Untersuchung aber auch, dass extern betriebene Forschung (35%) und externes Know-how (59%) als Innovationsquellen keineswegs vernachlässigt werden dürfen [17]. Die Statistik verdeutlicht, dass innovative Ideen nicht mehr nur im Inneren einer Organisation entspringen (u. a. [9][26]). Im Gegenteil: Das erforderliche

Wissen ist zunehmend außerhalb der organisationalen Grenzen zu finden. Unternehmen innovieren nur noch selten allein. Sie suchen sich zunehmend Kunden, Lieferanten, Universitäten und sogar Konkurrenten, um diese in die Entwicklung neuer Ideen einzubeziehen [8]. Je breiter und tiefer diese Suche angelegt ist, desto innovativer scheinen Unternehmen zu sein (u. a. [8][26]).

In der Literatur findet der Wert dieser Wissensquellen und des Einsatzes von Netzwerken im Innovationsprozess bereits eine angemessene Berücksichtigung [2]. Die Bedeutung spiegelt sich u. a. in Untersuchungen zur „userinnovation“ [39], „Kollektiven Erfindung“ (collective invention) [1] oder zur „Interaktiven Wertschöpfung“ [34] wider.

## 1.2 Motivation

Der klassische Innovationsprozess [34] hat in den letzten Jahren einige Veränderungen erfahren. Begrifflich manifestiert sich dieser Trend im Innovationsparadigma *Open Innovation* (OI). Hier werden gezielt herkömmliche Innovationsprozesse aufgebrochen, um externe Ideen und Akteure in vorhandene Abläufe zu integrieren [9][10]. Damit wertvolle Informationen und Erfahrungen externer Wissensquellen einbezogen werden können, öffnen Unternehmen zunehmend „ihre Pforten“ [23]. Die Integration dieser Quellen wird „zu einem häufig wettbewerbsentscheidenden Faktor“ [30] und stellt Unternehmen vor ganz neue Herausforderungen. Neben „kürzeren Innovationszyklen, gestiegenen Kosten für Forschung und Entwicklung“ liegen die Gründe hierfür u. a. im „Mangel an Ressourcen“ [18].

Um OI erfolgreich gestalten zu können, müssen Unternehmen Innovationsprozesse externer Akteure effektiv in die vorhandenen Abläufe integrieren. Die dazu erforderliche Aufnahmefähigkeit (Absorptive Capacity) [11] ist unmittelbar mit der Fähigkeit, externes Wissen zu identifizieren, assimilieren und zu nutzen (exploit) verwoben [42]. Die Absorptive Capacity ist somit kritischer Bestandteil der Innovationsfähigkeit. Für Unternehmen bedeutet das, dass die Qualität, mit der externes Wissen in neue Produkte, Dienste oder Prozesse umgewandelt wird, also die aktive Suche, Teilung und Nutzung, die Innovationsfähigkeit beeinflussen [15].

Externes Wissen kann in seiner Bedeutung auf eine Ebene mit dem internen Wissen gesetzt werden [10]. Der Aufwand zur Gewinnung dieses Wissens variiert stark und hat zuletzt einen enormen Anstieg erfahren (u. a. durch zunehmend mobilere und sachkundigere externe Wissensarbeiter). Je nach Art und Inhalt der Quelle kann externes Wissen ganz unterschiedlich Einfluss auf offene Innovationsprozesse nehmen. Laursen und Salter (2006) stellen heraus, dass die Korrelation zwischen externer Suche (Breite/Tiefe) und Innovationsfähigkeit eine u-förmige Kurve beschreibt. Die Untersuchung deutet folglich drauf hin, dass sich über einen bestimmten Schwellenwert hinaus die Innovationsfähigkeit einer Unternehmung mit zunehmender Quellenzahl negativ entwickelt. Für Unternehmen ist es folglich von entscheidender Bedeutung, den richtigen Quellenmix nicht nur qualitativ, sondern auch entsprechend ihrer Zahl einzugrenzen.

Während allgemein das Managen von Wissen an Bedeutung gewinnt (u. a. [12][29]), erfährt externes Wissen als förderliche aber auch limitierende Größe in offenen Innovationsprozessen erst seit kürzerer Zeit eine verstärkte Beachtung [23]. Wissensmanagement stellt in diesem Beitrag ein *Set von Werkzeugen* dar, das (offenen) Innovationen die Unsicherheit nehmen kann, indem es den Innovationsprozess zielgerichteter gestaltet [6]. Dies ist von entscheidender Bedeutung, da die Bandbreite externer Wissensquellen typischerweise vom Wissen anderer Unternehmen, über Lieferanten- und Kundenwissen bis hin zu Wissen von Forschungseinrichtungen

und Universitäten [26] reichen kann. Zudem herrscht Unsicherheit bzgl. der positiven bzw. negativen Auswirkungen, die unterschiedliche Quellen mit sich bringen[8]. Trotz einer Fokussierung auf die wesentlichen Quellen [26], sollten Bezugsmöglichkeiten, die über die oben genannten Akteure hinausgehen, nicht vernachlässigt werden. Andernfalls würde dies das Output-Potenzial offener Innovationsprozesse im Vorhinein einschränken.

Dieser Beitrag und die darin vorgenommene Systematisierung in der Literatur untersuchter Wissensarten sollen dazu beitragen, die bedeutendsten Quellen externen Wissens in Open Innovation zu identifizieren und zu klassifizieren. Über die vorgestellten Segmente wird der Einfluss unterschiedlicher Wissensquellen transparent gemacht, wodurch die Suche, Selektion und zielgerichtete Nutzung externen Wissens verbessert werden können. Gleichzeitig bildet dies den Ausgangspunkt für die Identifikation von Forschungslücken.

### 1.3 Begriffsverständnis und Abgrenzung

Innovation wird gemeinhin „als Ergebnis eines interaktiven Prozesses zwischen einer Unternehmung und deren Umwelt“ [29] verstanden. Solche Neuerungen gehen zunehmend aus sozialer Interaktion [3], in denen Wissen erzeugt, verteilt und angewendet wird, hervor. In dieser Arbeit wird Innovation nicht nur auf das neu Geschaffene (die Invention) reduziert, sondern umfasst ebenso die wirtschaftliche Verwertung und damit einhergehende organisationale Veränderungen.

Innovationmanagement umfasst die „Führung und Steuerung [...] des gesamten Innovationsprozesses“ [13] und begleitet dabei die Innovation von der ersten Idee über die Gestaltung der Rahmenbedingungen bis hin zur Entwicklung und erfolgreichen Markteinführung [4]. Zu den klassischen Aufgaben des Innovationsmanagements zählen die Definition von Innovationszielen und -strategien, die Analyse zukünftiger Kundenbedürfnisse, die Planung und Durchführung von Innovationen und Innovationsprozessen sowie die Etablierung einer innovationsförderlichen Unternehmenskultur und -struktur [37]. Dank des gezielten Einsatzes ausgewählter Methoden und Werkzeuge stellt Innovationsmanagement sicher, dass die (interne) Forschungs- und Entwicklungsabteilung effizient arbeitet, die Beteiligten über eine einheitliche Zielvorstellung verfügen und diese in gemeinsamen, kollaborativen Prozessen verfolgen.

Unter dem Schlagwort Open Innovation wird derzeit ein Paradigmenwechsel im Innovationsmanagement verortet, der sich als eine „Strategie im Innovationsmanagement“ [34] versteht. Laursen und Salter (2004) verbinden Offenheit mit der „Zahl unterschiedlicher Quellen externen Wissens, auf die jedes Unternehmen seine Innovationstätigkeit stützt“ [25]. Open Innovation widmet sich daher der strategischen Nutzung dieser Quellen und die Einbeziehung der Außenwelt in interne Innovationsprozesse [18]. Während Innovationen klassischerweise durch die Arbeit eigener Forscher und Entwickler oder Dritte vorangetrieben wurden [5], stehen nun u. a. Kunden als externe Wissensträger in den Innovationsprozessen im Mittelpunkt. Ihr Wissen wird in diesem Zusammenhang zunehmend als Kapital verstanden [7], da es, wie eingangs geschildert, entscheidend zur Steigerung der Innovationsfähigkeit (u. a. [19]) und damit auch zur Wettbewerbsfähigkeit (u. a. [8]) beiträgt. Die Rolle des Wissens innerhalb einer Organisation (organisationale Wissensbasis) und dessen Beitrag zum Innovationsprozess, wurden bereits hinreichend untersucht (u. a. [33]). Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich deshalb auf externes Wissen.

## 1.4 Forschungsfragen

Die Forschungsfragen, die sich aus dem geschilderten Problemfeld unter Berücksichtigung der in 1.3 vorgenommenen Einschränkungen ableiten lassen, lauten wie folgt:

- I. Welche externen Wissensquellen werden in offene Innovationsprozesse einbezogen und wie können diese systematisiert werden?
- II. Welche positiven Einflüsse hat externes Wissen in offenen Innovationsprozessen?
- III. Welche Hindernisse/Barrieren können externem Wissen in offenen Innovationsprozessen zugeschrieben werden?

## 2 Forschungsmethode und Analyserahmen

### 2.1 Systematischer Literatur Review

In Anbetracht der Fülle an Buchveröffentlichungen, herausgegeben Zeitschriften, veranstalteten Konferenzen, Workshops usw. erweisen sich State-of-the-Art-Beiträge in der Forschung einer zunehmenden Beliebtheit [16]. Zur Klärung der Forschungsfragen soll auch an dieser Stelle ein systematischer Literatur-Review[40] durchgeführt werden. Die Methode folgt einer klar dargelegten Suchstrategie, auf deren Basis die Schlüsselwerke und verwandten Quellen in der Literatur identifiziert und systematisch ausgewertet werden[16].

Dazu werden englisch-sprachige elektronische Quellen herangezogen und auf ihren Beitrag zum Thema untersucht. Über eine Reihe von Suchanfragen sollen sukzessive der Suchraum und damit die Anzahl der Treffer auf einen überschaubaren aber dennoch umfassenden Umfang heruntergebrochen werden. Ziel ist es, eine Trefferliste zu generieren, die nicht über ca. 200 Hits hinausgeht. Anschließend erfolgt eine systematische Analyse der Funde und deren Klassifikation zur Beantwortung der in 1.4 gestellten Forschungsfragen.

### 2.2 Vorgehen

Vom Brocke et al. (2009) gliedern den Ablauf der Methode in verschiedene Stufen[38]. Zu allererst muss ein Problem formuliert werden. Das Thema, das dieser Arbeit zugrunde liegt, wurde bereits in 1.1 beschrieben. Anschließend erfolgt die Ableitung recherchierbarer Forschungsthemen, wie in 1.4 bereits geschehen. Darauf folgt die Bestimmung der zu untersuchenden Literatur. Hier gilt es festzulegen, nach welcher Art von Literatur gesucht werden soll und ob sich die Suche nach geeigneten Quellen bspw. auf elektronische Datenbanken beschränkt, graue Literatur einbezogen werden soll usw.

Im vorliegenden Literatur-Review wurden die Datenbanken der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) und der John Rylands University Library Manchester (JRUL) sowie vertiefend vier renommierte wissenschaftliche Fachdatenbanken bzw. Suchmaschinen (ScienceDirect, Emerald, EBSCOhost, Wiley und Microsoft Academic Research (MAS)) verwendet. Über Suchanfragen an die SLUB-Datenbank und erste Trefferlisten wurden die verwendeten Suchterme verfeinert oder ggf. erweitert (Tabelle 1). Dies diente zunächst der Gewinnung eines groben Überblicks über die Menge der vorhandenen Literatur (sowohl digital als auch papiergebunden). Als Orientierungspunkte wurden daraufhin zentrale Werke im gewählten Themengebiet und bestimmte Journals herangezogen (vgl. [40]). Anschließend wurden die Suchbegriffe auf Basis eines oberflächlichen Scans der Ergebnisse ausgewertet (s. Tabelle 1 – Kritik) und über Boolesche Operatoren verknüpft, um die Trefferlisten weiter einzuschränken. Tabelle 1 gibt Aufschluss über die jeweiligen Anfragen und Treffer.



	Suchterm	Hits	Zweck	Kritik
Oberflächensuche	innov* (alle Felder)	240.266	Ausgabe aller Werke, die eine Wortkombination rund um "Innovation", "innovieren", "innovativ" usw. sowie englischer Entsprechungen enthalten	Sehr viele Treffer, zu wenig spezifisch, i. d. R. falscher Kontext
	innov* (alle Felder) Thema: Innovation	4.548	Überblick über die Werke, die dem Themengebiet Innovation zugeordnet werden können und in denen der Term „innov*“ vorkommt	zu allgemein, Kontext variiert weiter sehr stark
	Schlagwort = innov*	26.781	Detailliertere Liste über Werke, die von Autoren/ Editoren vergebene Schlagwörter enthalten	s. o.
	innov* AND knowledge	56.416	Einschränkung der Werke aus der ersten Abfrage auf solche, die den Term „Wissen“ enthalten	s. o.
Erweiterte Anfragen	"open innovation"	563	Überblick über die Treffer zum Thema Open Innovation allgemein	Vertiefung des Themas Innovation auf OI ohne direkten Bezug zum Thema Wissen
	"open innovation" AND knowledge	287	Grundstock aller Werke, denen in diesem Literaturreview eine Bedeutung beigemessen werden kann.	Noch sehr breit gefächert, Kontext des Wissens offen
	"open innovation" AND "knowledge management"	51	Spezifizierung der zuvor gestellten Anfrage. Eingrenzung auf Werke, die sich explizit mit Wissensmanagement beschäftigen.	Stark eingeschränkter Suchraum, Fokussierung auf externes Wissen fehlt

Tabelle 1: Ergebnisse der SLUB-Recherche

Es zeigte sich, dass mit einer hinreichenden Präzisierung der Suchanfragen der Ergebnisraum bereits auf einen überschaubaren Umfang eingegrenzt werden konnte<sup>1</sup>. Die Ergebnisse erwiesen sich jedoch weiterhin als zu allgemein, weshalb die Anfragen im Anschluss erneut präzisiert wurden. Die Untersuchung beschränkte sich schlussendlich die auf die Ergebnisse, die mit der Verknüpfung der Terme „open innovation“ und „external knowledge“ erzielt wurden. Die Anzahl der Treffer verteilte sich auf die o. g. Fachdatenbanken bzw. Suchmaschinen wie folgt: EBSCOhost (19 Treffer), Emerald (61), JRUL (32), ScienceDirect (123), SLUB (39) und wiley (102). Nach Eliminierung der Dopplungen verblieben 314 Artikel.

Um die Menge der zu analysierenden Artikel weiter einzugrenzen, wurde die Auswahl auf Werke einschlägiger (bspw. European Journal of Innovation Management, Journal of Knowledge Management) und qualitativ hochwertiger Journale eingeschränkt. Die Auswahl der Quellen fand anhand ihrer Positionierung in wissenschaftlichen Rankings [21] statt und führte zu einer Reduzierung der Werke auf 210 individuelle Artikel<sup>2</sup>. In der anschließenden Analysephase (vgl. [38]) wurden die gesammelten Werke untersucht. Neben der Extraktion potenzieller Wissensquellen wurden sowohl positive als auch negative Einflüsse externen Wissens auf Innovationen herausgefiltert. Ziel dieser Systematisierung waren die Synthese der Ergebnisse und damit die Identifikation von Unterschieden, Ähnlichkeiten und die Ableitung weiteren Forschungsbedarfs.

### 3 Externes Wissen in offenen Innovationsprozessen

#### 3.1 Externe Wissensquellen

Nach Xu et al. (2010) differenzieren Quellen wie folgt:

- in Artefakten: enthalten in physischen Objekten: Dokumente, Produkte, Dienste usw.
- in Menschen: in Form von Expertise, Skills, Kompetenzen der Mitarbeiter/Kunden usw.

<sup>1</sup> Die Verwendung deutscher Suchbegriffe ergab auf der Ebene der erweiterten Anfragen keine nennenswerten Treffer.

<sup>2</sup> Eine detaillierte Übersicht der ausgewählten Journale befindet sich unter <http://bit.ly/jqlrank>.

- in Technologien: in Form von Methoden, Technologien, die zur Herstellung von Artefakten, Maschinen oder Software verwendet werden[41].

Die Untersuchung der Literatur zu Open Innovation liefert hierzu ein deutlich differenzierteres Bild. Tabelle 2 fasst die ermittelten Quellen zusammen.

Kategorie	Unterkategorie	Beispiele	Quellen (u. a.) <sup>3</sup>
Institutionen	Akademisch	Universitäten, Hochschulen, öffentliche Forschungseinrichtungen, Laboratorien	[A30][A62][A106][A125][A152][A184]
	Nicht-Akademisch	Kommerzielle/private Forschungseinr.	[A101][A124][A125][A148]
	Staatlich	Regierungen, staatliche Einrichtungen, Gesetzgebung, Handelskammern	[A26][A101][A107][A125] [A207]
Netzwerke/ Alliance	F&E	Externe Forschungsnetzwerke/-allianzen, Forschungsprojekte, Innovationsnetzwerke, Forschungskonsortien	[A2][A73][A184][A190]
	Wissenschaft	Expertennetzwerke, Science Parks, Hochschulallianzen	[A2][A4][A7]
	Industrie	Kooperationsvereinbarungen, Technologieparks, Firmennetzwerke, Industriecluster/-konsortien	[A3][A25][A58]
	Märkte andere/allgemeine	Online-Märkte, Technologiemarkte Communities, Partnerschaften, Joint Ventures, Strat. Allianzen, Netzwerke	[A18][A107][A184] [A3][A25][A101][A102][A152]
Kunden	Nutzer/ Konsumenten	(zukünftige) Konsumenten, Lead User, User Innovators, User Communities	[A9][A40][A62][A59]
	Kunden	Käufer, (potenzielle) Kunden, Referenzkunden, Fokusgruppen, Kundenfirmen	[A18][A63][A64]
Konkurrenten		Wettbewerber, Konkurrenzprodukte/-leistungen	[A18][A116]
Geschäfts- partner	Lieferanten	Maschinen-/Materialzulieferer, IT-/Software-Lieferanten, Zwischenhändler	[A116][A118][A125][A127]
	Innovatoren	Innovationspartner, Vermittler	[A16][A57][A112]
	andere Unternehmen der WSK <sup>4</sup>	Technologievermittler, spezialisierte KMU, Dienstleister, Forschungsunternehmen	[A20][A69][A127]
	Unternehmen außerhalb der WSK	Beratungsunternehmen, Nicht-Kunden, Nicht-Lieferanten, Start-ups, Venture-Capital-Gesellschaften	[A20][A40][A78][A190]
Veranstaltungen		Messen, Fachausstellungen, Konferenzen, Ideenwettbewerbe, Workshops, Trainings	[A2] [A6] [A76] [A116] [A118] [A125] [A127]
Individuen	wissenschaftlich	Forscher, Absolventen, Doktoranden/PhDs	[A107][A116][A190]
	geschäftlich	Externe Spezialisten, Mitarbeiter anderer Unternehmen, Personalaustausch, Knowledge Brokers	[A26][A78][A102]
Andere Quellen	Patente/Lizenzen	Patente, Lizenzvereinbarungen, Patent-DB	[A44][A73][A184]
	Standards/ Vorschriften	Sicherheitsstandards, technische Standards, Gesundheitsvorschriften	[A125]
	Medien	Internet, Zeitschriften, TV, Datenbanken, Wissenschaftliche Publikationen, Suchmaschinen	[A72][A116][A125][A127]

**Tabelle 2: Quellen externen Wissens**

Im Rahmen des Literatur Review wurde zunächst ein umfassender Überblick über potentielle Wissensquellen gewonnen (vgl. Tabelle 2 – Beispiele). Um die zusammengetragenen Quellen generalisieren zu können, wurden Kategorien eingeführt (vgl. Tabelle 2 – Kategorie). Die Definition der Kategorien basiert auf Systematisierungsansätze, die ebenfalls dem Review entnommen werden konnten. Ziel war es, über die Einführung eines Categoriesystems die Zuordnung sowohl positiver als auch negativer Einflüsse externer Wissensquellen zu erleichtern.

<sup>3</sup> Eine Aufschlüsselung der Quellenverweise befindet sich unter: <http://bit.ly/mkwi2012>.

<sup>4</sup> Wertschöpfungskette

Lover, Roper und Bryson (2011) – wie viele anderen Autoren auch (vgl. [3][20][22][32]) – unterscheiden u. a. zwischen Kunden, Lieferanten, Wettbewerbern, Consultants und Universitäten als Standardquellen externen Wissens. Es zeigt sich jedoch, dass die Bandbreite externer Wissensquellen häufig über die obigen Akteure hinausgeht. Einige Autoren unterteilen zudem die genannten Quellen (differenzieren bspw. zwischen Kunden, Nutzer, Konsumenten) und/oder liefern zusätzliche Bezugsquellen (z. B. Intermediäre, Messen und Ausstellungen, Patente, Medien etc.). Zur Berücksichtigung dieser Funde musste daher die ursprüngliche Einteilung verfeinert werden.

Die Bezugsmöglichkeiten können insgesamt in acht Kategorien zusammengefasst werden (vgl. Tabelle 2). Neben institutionellen Quellen, die bspw. akademische (u. a. Hochschulen) oder nicht-akademische Einrichtungen (u. a. kommerzielle Forschungsinstitute) einbeziehen, kann das Quellenspektrum in Netzwerke/Allianzen, Kunden, Konkurrenten, andere unternehmerische Geschäftspartner, Veranstaltungen sowie Individuen und zusätzliche Quellen unterteilt werden. Nicht jede der oben angeführten Quellen kann jedoch gleichermaßen in offene Innovationsprozesse einbezogen werden. Zudem sind Überschneidungen bspw. zwischen Individuen (Forscher) und akademischen Forschungseinrichtungen nicht ausgeschlossen.

Die Differenzierung gibt jedoch Aufschluss darüber, dass bspw. die Einflussnahme eines Individuums (als Teil einer Institution *oder* als Einzelperson) im Rahmen von OI variieren kann und deshalb von Unternehmen berücksichtigt werden muss. Gleiches gilt für Individuen, die z. B. auf Messen anzutreffen sind. Das Potenzial für OI ist in einer solchen Umgebung anders einzuschätzen, als wenn sich die Person in ihrem alltäglichen Arbeitsumfeld aufhält. Unternehmen müssen dies entsprechend berücksichtigen.

### 3.2 Einfluss externen Wissens in Open Innovation

Tabelle 3 fasst die Gesamtheit möglicher Bereiche und exemplarische Ausprägungen positiver Einflüsse durch die Einbeziehung externen Wissens in Open Innovation zusammen. Die Systematisierung der Beispiele erfolgte wie schon in Kapitel 3.1 auf Basis der Review-Ergebnisse.

Die Analyse der vorhandenen Literatur zeigt, dass Potenziale wie die Erhöhung der Innovationsfähigkeit, des -outputs und der Wettbewerbsfähigkeit in einer Vielzahl von Werken herausgestellt wird. Die Deregulierung des ein- und ausfließenden Wissens bspw. oder die Verkürzung von Markteintritts- und Entwicklungszeit hingegen werden nur vereinzelt angeführt. Die meisten positiven Nennungen – sofern zugeordnet – fallen auf Netzwerke/Allianzen, akademische Institutionen, Kunden, Nutzer und Lieferanten (vgl. Tabelle 2). Auf einen detaillierteren Einblick in die einzelnen Wissensquellen, die direkt mit den Potenzialen verbunden sind, muss an dieser Stelle in Anbetracht des Umfangs verzichtet werden.

Einflussbereich	Beispiele	Quellen (u. a.)
Unternehmenserfolg	Integration von EW ist eine Kernkompetenz	[A16][A76]
	Erweiterung der Wettbewerbsfähigkeit	[A2][A18][A26][A40][A57][A101]
	Erhöhung der Flexibilität und Sichtbarkeit	[A158][A166]
Sicherheit	Verringerung von Unsicherheit und Risiko	[A35][A40][A44][A158]
	Deregulierung des Wissensaustausches	[A77][A88]
Abhängigkeiten	Nutzen abhängig von Vorwissen/eigener F&E	[A23][A44][A57] [A113][A124] [A152]
	EW ergänzt internes Wissen/F&E	[A27][A30][A37][A84][A190]
	Geringe F&E-Ressourcen können ausgeglichen werden	[A15]
	Kollaborationsvereinbarungen für beide Seiten vorteilhaft	[A16]

Innovation	Erhöhung/Stärkung der Innovationsfähigkeit	[A3][A18][A28][A40][A58][A62][A73][A93] [A107][A116][A124][A148][A152]
	Ermöglichung radikaler Innovation	[A25][A26][A190]
	Förderung technischer Innovation	[A113][A116][A186]
	Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Realisierung steigt	[A33][A52][A85][A158]
Finanzen	Finanzielle Ersparnis im Innovationsprozess	[A2] [A26][A40][A84][A113][A186]
	Erhöhung des (F&E) Return on Investment	[A85][A176]
Zeit	Verkürzung des Innovationsprozess	[A2][A57][A84][A158][A207]
	Verkürzung der Zeit bis zur Markteinführung	[A7] [A57]
	Verkürzung der Entwicklungszeit	[A7]
Output (quantitativ)	Erhöhung der Zahl generierter Ideen und der Neuartigkeit	[A7][A30][A33][A35][A58] [A63][A176]
	Steigerung der Anzahl neuer Produkte	[A93][A158][A176]
	Steigerung der Anzahl neuer Prozesse	[A158]
	Steigerung der Patentzahl	[A58]
Output (qualitativ)	Ermöglichung komplexerer Innovationen	[A158]
	Erhöhung/Verfeinerung der Innovationsqualität	[A33][A76][A93][A101]
	Vermeidung von Redundanz	[A104]
Interne Wissensbasis	Ermöglichung neuer Kombinationen (EW – Technologie)	[A15][A113]
	Erleichterung des Erwerbs / der Einbindung neuen EW	[A37][A73]
	Erweiterung der eigenen Wissensbasis	[A113][A184]
	Entwicklung neuen Wissens	[A58]
	Abschöpfen von Spillover	[A44] [A52][A112][A184]
Fähigkeiten	Einverleiben neuer Fähigkeiten	[A30][A52][A113][A158]
	Erweiterung vorhandener Fähigkeiten	[A19]
Interne F&E	Dezentralisierung der Innovationsprozesse	[A57]
	Reduzierung der internen F&E-Komplexität	[A78]
	Verbesserung interner F&E	[A20][A113][A148]

**Tabelle 3: Literatur zu Vorteilen der Integration externen Wissens**

Tabelle 4 veranschaulicht Bereiche, in denen der Integration externen Wissens in offene Innovationsprozesse negative Auswirkungen beigemessen werden.

Einflussbereich	Beispiele	Quellen (u. a.)
Unternehmenserfolg	Keine automatische Steigerung der Innovationsfähigkeit	[A3][A25][A116][A152][A158][A186]
	Führt nicht automatisch zu wirtschaftlichem Erfolg	[A3]
	Erhöhung der Komplexität zu managender Beziehungen	[A78][A105][A125][A125]
Sicherheit	Konflikte zwischen Wissensteilung & Wissensbewahrung	[A27]
	Anstieg von Unsicherheit und Risiken	[A15][A26][A66] [A73][A85][A105]
	Wissen schwindet/sickert nach außen	[A15][A40][A63]
	„Überbehütung“ verhindert Austausch	[A105]
	Innovation wird imitiert/IPR-Probleme	[A105]
Abhängigkeiten	Erfordert Veränderung der Unternehmenskultur	[A40]
	Erfordert Veränderungen in der Organisationsstruktur	[A40][A44][A100]
	Abhängigkeit von externen Quellen	[A101]
	Auslassen/Übersehen von Gelegenheiten/Chancen	[A105][A125]
Innovation	Übermäßig Offenheit	[A22]
	Korrektheit externen Wissens nicht gesichert	[A85][A176]
Finanzen	Erwerb, Suche, Integration kostspielig	[A40][A125][A176]
	Lock-in Effekt	[A100]
Interne Wissensbasis	Zu geringe Quellenzahl	[A37]
	Zu hohe Quellenzahl/„over-search“	[A125]
	Quellen sind zu weit verteilt/schlecht erreichbar	[A15][A26][A85][A184]
	EW der eigenen Wissensbasis zu ähnlich	[A50][A105]
	EW zu weit von der eigenen Wissensbasis entfernt	[A50]
	Einzigartigkeit des EW nicht gewährleistet	[A84][A176][A183]
	EW kein exklusiver Besitz des Unternehmens	[A84]
	Verunreinigung interner Wissensbestände	[A84]

Interne F&E	EW als Ersatz für interne F&E nicht geeignet	[A42]
	EW kann interne F&E nicht ergänzen	[A183]
	Verringerung interner F&E	[A183]
sonstige	Trägheit durch mangelnde aktive Beteiligung	[A65]
	„Not-invented-here“ Syndrom / „Buy-in“ (Wissenserwerb)	[A125][A139]
	„Relate-out“ / „All-stored-here“ (Wissenssammlung)	[A139]
	„Only-used here“ / „sell-out“ (Wissensnutzung)	[A139]

**Tabelle 4: Literatur zu Innovationshindernissen durch die Integration externen Wissens**

Die Literaturanalyse zu negativen Auswirkungen weist ebenfalls breites Spektrum möglicher Einflussbereiche auf. Die Untersuchungen hierzufallen jedoch deutlich geringer aus. Während sich zu positiven Auswirkungen des externen Wissens sich in ca. 49% der Werke nennenswerte Diskussionen identifizieren ließen, beträgt der Anteil zu möglichen negativen Resultaten lediglich 27%. Diese Ergebnisse zeigen zum einen, dass externes Wissen offene Innovationen auf vielfältige, positive Weise unterstützt, bezeugt auf der anderen Seite aber auch, dass die Untersuchungen zu den negativen Seiten wenig fortgeschritten sind oder die negativen Einflüsse schlichtweg geringer sind. Die Autoren konzentrieren sich zumeist auf sehr spezielle Auswirkungen oder die Widerlegung positiver Einflüsse. Ein quellenübergreifender, negativer Einfluss, lässt sich vor allem an der Einschränkung des Beitrages zur Innovationsfähigkeit und an der Wahrnehmung von Risiken/Unsicherheiten festmachen. Neben der Gefahr, dass wertvolles Wissen durch die zunehmende Offenheit nach außen sickert, werden ebenso der Widerwille, von außen hereingetragene Innovation zu nutzen (Not-invented-here Syndrom) und damit das Vernachlässigen von Chancen als nachteilig angesehen. Zusätzlich mangelt es häufig an angepassten Organisationsstrukturen, die den erhöhten Anforderungen durch die Einbeziehung verschiedener externer Akteure gerecht werden. Ein Großteil der negativen Auswirkungen – sofern zugeordnet – wird im Umgang mit Nutzern bzw. Kunden und in Netzwerken/Allianzen ausgemacht (vgl. Tabelle 2).

## 4 Fazit

Unternehmen sind zunehmend gezwungen, externe Wissensquellen zu erschließen und sich nach außen zu öffnen, um in Zusammenarbeit mit externen Akteuren zu innovieren[23]. Eine Beschränkung auf interne Wissensquellen erlaubt nur wenigen Organisationen, im Wettbewerb zu bestehen oder Innovationen voranzutreiben [31].

Die vorliegende Analyse zeigt, dass (a) externes Wissen in Open Innovation in der Wissenschaft vielseitig diskutiert und häufig als erfolgsentscheidend betrachtet wird. Die Untersuchung zu Forschungsfrage I macht sichtbar, dass (b) externe Wissensquellen in Open Innovation sich keineswegs auf Kunden, Lieferanten und akademische Forschungseinrichtungen beschränken müssen. In der Literatur werden bereits umfangreiche Szenarien präsentiert, die bspw. neben Veranstaltungen wie Innovationswettbewerben u. a. Nicht-Kunden/Nicht-Lieferanten als zusätzliche Wissensquellen identifizieren (vgl. Tabelle 2). Insgesamt können die zusammengetragenen Quellen in acht Hauptkategorien mit 19 Unterkategorien gegliedert werden. Jede dieser Quellen unterscheidet sich signifikant in der Art des Wissens, in ihrem Beitrag zur Innovation und ebenso in ihrer Zugänglichkeit für innovierende Unternehmen [36]. Eine ganzheitliche Betrachtung findet in der Regel nicht statt, sodass (c) die verschiedenen positiven und negativen Einflüsse häufig vernachlässigt werden. Kunden, als eine der wesentlichen Wissensquellen, neigen u. a. zu subjektiven oder fehlgeleiteten Impulsen. Wissen von Wettbewerbern ist aufgrund des expliziten

Charakters (Kundenwissen ist zumeist implizit [14]) zwar leicht auszumachen, birgt aber ein geringeres Innovations- und Differenzierungspotenzial [36]. Am häufigsten wird Kooperationen mit akademischen Forschungseinrichtungen ein hohes Innovationspotenzial beigemessen. Die Abschöpfung dieses Wissens bedarf jedoch einer engen Zusammenarbeit zwischen den Innovationspartnern und geht häufig mit einem erhöhten Realisationsaufwand einher. Lieferantenwissen wiederum ist leicht erschließbar, kann aber ebenso leicht durch Wettbewerber erschlossen werden.

Zur Beantwortung von Forschungsfragen II & III wurden Tabelle 3 und Tabelle 4 entwickelt. Sie zeigen, dass die positiven und negativen Einflüsse der Nutzung externer Wissensquellen im Innovationsprozess mannigfaltig sind und bestätigten damit Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen [35]. Die Herausforderung für zukünftige Innovationen besteht darin, die richtigen Kategorien auszuwählen, die nötigen Mittel bereitzustellen, um sich das Wissen anzueignen und abzuwägen, bis wann es sich lohnt, zusätzliches externes Wissen aufzunehmen, ohne dadurch die Komplexität des Innovationsprozesses zu übersteigen. Gleichfalls müssen Überlegungen angestellt werden, wie dieses Vorgehen operationalisiert werden kann.

#### **4.1 Kritik**

Die vorgestellte Untersuchung stellt lediglich einen Eröffnungsbeitrag zur Rolle externer Quellen im Open Innovation dar. Für einen umfassenderen Einblick in die Literatur, sollte der verwendete Suchraum bspw. um synonym zu „external knowledge“ verwendete Begriffe erweitert werden (u. a. „knowledge sources“). Gleichzeitig bedarf es einer genaueren Differenzierung zwischen den Begriffen „Wissen“ und „Information“, die in den untersuchten Forschungsbeiträgen z. T. gleichgesetzt wurden. Zusätzlich erfolgt die Vorstellung der positiven bzw. negativen Einflüsse weitgehend unabhängig von den zuvor systematisierten Wissensquellen. Eine detaillierte Darstellung war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, wurde im Literatur-Review allerdings untersucht und dokumentiert. Im Anschluss kann daher die Zuordnung verschiedener Wissensarten/-artefakte zu den vorgestellten Kategorien vorgenommen werden, um dadurch die positiven bzw. negativen Effekte präziser verorten zu können. Die Auswahl und Eingrenzung externer Wissensquellen hängt zudem vom jeweiligen Produkt, der Branche und dem innovierenden Unternehmen ab und konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht hinreichend generalisiert werden.

#### **4.2 Anschlussforschung**

In Literatur und Praxis werden die Auswirkungen externen Wissens auf Innovationsprozesse und den allgemeinen Unternehmenserfolg häufig sehr eindimensional diskutiert. Wenn bspw. mit kommerziellen Forschungseinrichtungen offen innoviert werden soll, darf nicht vernachlässigt werden, dass diese Innovationen ebenso kommerzialisieren wollen. Gleichzeitig muss im Hinblick auf den Grad der Offenheit abgewägt werden, ob eher eine strikte Regulation des Wissensflusses oder ein offener Wissenstausch praktiziert werden soll. Hier gilt es, die oft leichter ersichtlichen Vorteile (erhöhte Innovationsfähigkeit usw.) mit den Nachteilen (Wissenslecks, Risiken, Abhängigkeiten usw.) abzugleichen. Für eine fundierte Entscheidung bzgl. der zu involvierenden Quellen sollten die Untersuchungen von Laursen und Salter (2006) auch jenseits der verarbeitenden Industrie vertieft werden [26]. Gleichzeitig bedarf es durch zunehmend komplexere Beziehungen zwischen den Akteuren in offenen Innovationsprozessen angepasster rechtlicher Regelungen. Die Rechtslegung hierzu befindet sich aktuell noch in der Entwicklung [24]. Des Weiteren mangelt es an Messinstrumenten, die Aufschluss über den Erfolg des Transfers und der Integration externen Wissens geben.

## 5 Literatur

- [1] Allen, RC (1983): Collective invention. *Journal of Economic Behavior & Organization* 4(1): 1-24.
- [2] Bergman, J; Jantunen, A; Saksa, JM (2009): Enabling Open Innovation Process Through Interactive Methods: Scenarios and Group Decision Support Systems. *International Journal of Innovation Management* 13(01):139-156.
- [3] Berkhout, G; Hartmann, D; Trott, P (2010): Connecting technological capabilities with market needs using a cyclic innovation model. *R&D Management* 40(5):474-490.
- [4] Bernstein, B; Singh, PJ (2006): An integrated innovation process model based on practices of Australian biotechnology firms, *Technovation* 26(5-6):561-572.
- [5] Bogaschewsky, R (1999): Wissens- und Informationsmanagement – Basis modernen Innovationsmanagements. In: Tintelnot, C; Meißner, D; Steinmeier, I (Hrsg.), *Innovationsmanagement*. Springer, Berlin.
- [6] Cantner, U; Joel, K; Schmidt, T (2009): The use of knowledge management by German innovators. *Journal of Knowledge Management* 13(4):187-203.
- [7] Carneiro, A (2000): How does knowledge management influence innovation and competitiveness? *Journal of Knowledge Management* 4(2):87-98.
- [8] Chen, J; Chen, Y; Vanhaverbeke, W (2011): The influence of scope, depth, and orientation of external technology sources on the innovative performance of Chinese firms. *Technovation* 31(8):362-373.
- [9] Chesbrough, HW (2003): *Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press, Boston.
- [10] Chesbrough, HW (2006): Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In: Chesbrough, HW; Vanhaverbeke, W; West J (Hrsg.), *Open innovation: researching a new paradigm*. (S. 1-12). Oxford University Press, New York.
- [11] Cohen, WM; Levinthal, DA (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly* 35(1):128-152.
- [12] Davenport, TH (2008): Enterprise 2.0: The New, New Knowledge Management?. [http://blogs.hbr.org/davenport/2008/02/enterprise\\_20\\_the\\_new\\_new\\_know\\_1.html](http://blogs.hbr.org/davenport/2008/02/enterprise_20_the_new_new_know_1.html). [20.08.11].
- [13] Disselkamp, M (2006): *Innovationsmanagement: Instrumente und Methoden zur Umsetzung im Unternehmen*. Gabler, Wiesbaden.
- [14] Enkel, E; Perez-Freije, J; Gassmann, O (2005): Minimizing Market Risks Through Customer Integration in New Product Development: Learning from Bad Practice. *Creativity and Innovation Management* 14(4):425-437.
- [15] Fabrizio, KR (2009): Absorptive capacity and the search for innovation. *Research Policy* 38(2):255-267.
- [16] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257-266.

- [17] Filippetti, A (2011): Innovation modes and design as a source of innovation: a firm-level analysis. *European Journal of Innovation Management* 14(1):5-26.
- [18] Gassmann, O; Enkel, E (2004): Towards a theory of open innovation: three core process archetypes. *Proceedings of the R&D Management Conference*. Lissabon.
- [19] Gassmann, O; Enkel, E (2006): Open Innovation. Die Öffnung des Innovationsprozesses erhöht das Innovationspotential. *Führung + Organisation* 2006(3):132-138.
- [20] Grimpe, C; Sofka, W (2009): Search patterns and absorptive capacity: Low- and high-technology sectors in European countries. *Research Policy* 38(3):495-506.
- [21] Harzing, AW (2011): Journal Quality List. <http://www.harzing.com/jql.htm>. [25.08.2011].
- [22] Huggins, R; Johnston, A (2009): Knowledge Networks in an Uncompetitive Region: SME Innovation and Growth. *Growth and Change* 40(2):227-259.
- [23] Kang, K H; Kang, J (2009): How Do Firms Source External Knowledge for Innovation? Analysing Effects of Different Knowledge Sourcing Methods. *International Journal of Innovation Management* 13(1):1-17.
- [24] Kruse, P (2011): Open Innovation – Was ist erlaubt? Beyond Collaboration. [www.beyond-collaboration.de/innovation/open-innovation-und-recht](http://www.beyond-collaboration.de/innovation/open-innovation-und-recht). [19.09.2011].
- [25] Laursen, K; Salter, A (2004): Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation? *Research Policy* 33(8):1201-1215.
- [26] Laursen, K; Salter, A (2006): Open for innovation: The role of openness in explaining innovative performance among UK manufacturing firms. *Strategic Management Journal* 27(2):131-150.
- [27] Lehner, F (2009): Wissensmanagement: Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Aufl. Carl Hanser Verlag, München.
- [28] Love, JH; Roper, S; Bryson, JR (2011): Openness, knowledge, innovation and growth in UK business services. *Research Policy* 40(10):1438-1452.
- [29] McAfee, AP (2006): Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration. *Sloan Management Review* 47(3):21-28.
- [30] Piller, FT; Hilgers, D (2008): Open Innovation: Externes Wissen für erfolgreiche Innovationsprozesse. *RKW Magazin* 3(59):12-13.
- [31] Powell, WW; Koput, KW; Smith-Doerr, L (1996): Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly* 41(1):116-145.
- [32] Praest Knudsen, M; Bøtker Mortensen, T (2011): Some immediate – but negative – effects of openness on product development performance. *Technovation* 31(1):54-64.
- [33] Probst, G; Raub, S; Romhardt, K (2010). Wissen managen: wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler, Wiesbaden.
- [34] Reichwald, R; Piller, F (2009): Interaktive Wertschöpfung: Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Gabler, Wiesbaden.



- [35] Reinmann-Rothmeier, G (2000): Wissensmanagement: Informationszuwachs - Wissensschwund?: Die strategische Bedeutung des Wissensmanagements. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.
- [36] Sofka, W; Grimpe, C. (2010): Specialized search and innovation performance – evidence across Europe. *R&D Management* 40(3):310-323.
- [37] Stern, T; Jaberg, H (2010): Erfolgreiches Innovationsmanagement: Erfolgsfaktoren - Grundmuster - Fallbeispiele. 4. Aufl. Gabler, Wiesbaden.
- [38] vom Brocke, J; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. *Proceeding of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS 2009)*. Verona.
- [39] von Hippel, E (1986): Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. *Management Science* 32(7):791-805.
- [40] Webster, J; Watson, R (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly* 26(2):xiii-xxiii.
- [41] Xu, J; Houssin, R; Caillaud, E; Gardoni, M (2010): Macro process of knowledge management for continuous innovation. *Journal of Knowledge Management* 14(4):573-591.
- [42] Zahra, SA; George, G (2002): Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of management review* 27(2):185-203.



# Der Einsatz von Web 2.0 Techniken zur Wissensbewertung im Unternehmen

**Lisa Lohrenz**

TU Braunschweig, 38106 Braunschweig, L.Lohrenz@tu-braunschweig.de

**Marcin Jerzy Ozga**

TU Braunschweig, 38106 Braunschweig, M.Ozga@tu-braunschweig.de

**Stephan Berkhoff**

TU Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik insb. Informationsmanagement,  
38106 Braunschweig, S.Berkhoff@tu-braunschweig.de

## Abstract

Das Unternehmenswissen wächst und verändert sich ständig. Wird das Auffinden benötigter Informationen nicht unterstützt, könnte die Qualität der zu erledigenden Aufgaben darunter leiden und das Unternehmen wäre zusätzlichen Kosten sowie Nutzeneinbußen ausgesetzt. Hierbei können Bewertungskriterien, die bei Produktbewertungen bereits eingesetzt werden, eine erhebliche Verbesserung hinsichtlich dieses Problems schaffen. Dieser Beitrag untersucht die Kriterien: Zugang, Verständlichkeit, Qualität und Effizienz in Bezug auf Wissen und gibt Empfehlungen, inwieweit diese in einem Unternehmensumfeld eingesetzt werden können.

## 1 Einleitung und Motivation

Durch die Veränderung der Industriegesellschaft zu einer Dienstleistungsgesellschaft haben sich die Wettbewerbsbedingungen für die Unternehmen gewandelt [19]. Ohne unternehmenseigenes Wissen fehlt den Firmen ein entscheidender Wettbewerbsfaktor. Das Wissen, welches teilweise in den Köpfen der Mitarbeiter steckt, wird gebraucht, um konkurrenzfähig zu bleiben. Ebenso wichtig ist, dass das Wissen im Unternehmen verständlich dokumentiert wird, um schneller an gewünschte Informationen zu gelangen. Die große Wissensmenge, die in einem Unternehmen aufzufinden ist, kann hierbei zum Problem werden und den Mitarbeitern das Finden und Auswerten von relevantem Wissen erschweren [3].

Vor der Beschaffung von Produkten orientieren sich Personen im Web 2.0<sup>1</sup> bereits an Bewertungen anderer Käufer und können so einen Überblick über die Qualität der gewünschten

---

<sup>1</sup> Der Begriff „Web 2.0“ wurde durch Tim O'Reilly und John Battle geprägt. Die Technologie konzentriert sich auf die kollaborative Zusammenarbeit und Austausch von Informationen zwischen Menschen durch das World Wide Web [20].

Produkte erhalten. Die Bewertungen, sei es anhand von Sternen oder Rezensionen, können maßgeblich auf die Entscheidung des Käufers Einfluss nehmen [8] [11]. Hierbei gilt das Prinzip, dass die Aussagekraft einer Bewertung steigt, je mehr Personen eine Bewertung vornehmen. Bei dem sozialen Netzwerk „Facebook“<sup>2</sup> können Mitglieder die Beiträge anderer Mitglieder nach Gefallen oder Missfallen bewerten und eigene Kommentare zu den Beiträgen hinzufügen. Auch in anderen Bereichen, wie etwa Kreativität oder Intelligenz, werden Methoden entwickelt und eingesetzt, um eine vergleichbare Basis zu erzielen [5] [14].

Unternehmen, wie zum Beispiel Volkswagen, benutzen bereits ein eigenes Wiktionary<sup>3</sup>, in dem selbstverfasste Beiträge von Mitarbeitern hinterlegt werden. Um diese expliziten Wissensartikel effizienter auffinden zu können und eine qualitativ hochwertigere Darstellung zu erreichen, werden in dieser Arbeit passende Bewertungsmethoden für Produkte betrachtet sowie deren Eignung auf den Faktor Wissen angewandt.

## 2 Wissen und Bewertung

Nach Probst et. al [22] beschreibt das Wissen von Personen, deren Kenntnisse und Fähigkeiten zur Lösung von Problemen. Im Unternehmen beschäftigt sich das Wissensmanagement mit dem effektivitäts- und produktivitätssteigernden Umgang mit diesem Wissen [1]. Im Fokus stehen in diesem Zusammenhang die Prozessgestaltung und -steuerung, welche die Wissensbasis strukturiert verändern [14]. Die Bewertung von Wissen durch die Mitarbeiter des Unternehmens stellt eine Möglichkeit der Wissensstrukturierung dar.

Im Kontext der Wissensbewertung existieren verschiedene Arten von Bewertungen. Hierbei kann es sich um monetäre Kennzahlen oder auch subjektive Meinungen handeln [23]. Während die Unternehmensmanager unter Wissensbewertung die Erträge aus dem Wissensmanagement im Sinn haben, wird der Begriff Bewertung hier wie folgt verwendet:

Giegrich [12] definiert das Bewerten als eine Verknüpfung zwischen zugänglichen Informationen zu einem Sachverhalt und den persönlichen Werthaltungen zu einem Urteil über den Sachverhalt. In diesem konzeptionellen Beitrag wird sich das Bewerten von Wissen auf die Vergabe von Sternen oder ähnlichem durch Unternehmensmitarbeiter für unternehmensinterne Informationen konzentrieren. „Unter Wissen verstehen wir die Kombination von Daten und Informationen unter Einbeziehung von Expertenmeinungen, Fähigkeiten und Erfahrungen, mit dem Ergebnis einer verbesserten Entscheidungsfindung“ [9].

Den beiden Definitionen ist zu entnehmen, dass der Begriff Wissensbewertung in zwei Phasen unterteilt werden kann: Wissensmessung und Wissensbewertung [4].

Wissensmessung zeigt lediglich die organisationale Wissensbasis auf und wird im Folgenden nicht weiter veranschaulicht. Die in diesem Artikel betrachtete Methodik der Wissensbewertung fokussiert weniger die monetäre Bewertung, sondern vielmehr, in welchem Ausmaß das Wissen bei der Erreichung der Unternehmensziele dienlich war [22].

Auch wenn der Bewertungsprozess von Wissen durch die enorme Wissensmenge in einem Unternehmen nur schwer möglich ist [18] [30], sollte dieser eingesetzt werden, um das immaterielle Vermögen des Unternehmens kontinuierlich zu verbessern [32].

---

<sup>2</sup> <http://www.facebook.com>

<sup>3</sup> Wörterbuch ähnlich Wikipedia, jedoch bezieht sich der Inhalt auf das Unternehmenswissen.

Voraussetzung hierfür ist, dass alle Mitarbeiter, die das Wissen bewerten sollen, auf der gleichen Grundlage arbeiten. Es muss daher ein einheitlicher Bewertungsprozess existieren, um den wirklichen Nutzen der eigentlichen Wissensanwendung zu erkennen [6].

Bewerten mehrere Mitarbeiter die gleiche Wissensbasis, kann das die Qualität der Wissensdarstellung im Unternehmen erheblich verbessern. Während Kunden häufig vor dem Erwerb von Produkten die Bewertungen und Erfahrungen anderer Käufer zu Rate ziehen, könnte dieser Prozess auch auf die Bewertung von unternehmensinternen Wissen angewandt werden, mit dem Ziel der Qualitätssteigerung. Web-2.0-Lösungen sind in der Lage diesen Prozess zu gewährleisten. Es handelt sich nicht um ein neues Konzept, sondern um die Nutzung von bestehenden Techniken [28]. Die Sozialisierung spielt dabei eine bedeutende Rolle. Die gemeinsame Nutzung benutzergenerierter Inhalte über Anwendungen bzw. Dienste im World Wide Web sowie die sich daraus ergebenden Beziehungen der Nutzer untereinander prägen insbesondere das Verständnis von Web 2.0 [2]. Die Inhalte werden somit nicht mehr zentral vorgegeben, sondern durch die Anwender erstellt und im Netz verbreitet [31]. Nachdem Web-2.0-Lösungen auf eine große Akzeptanz im Internet gestoßen sind, können Unternehmen die neuen technischen und funktionalen Möglichkeiten des Web 2.0 ebenfalls verwenden, um das Wissensmanagement qualitativ zu verbessern [3].

In dieser Arbeit bezieht sich die Wissensbewertung auf Methoden, die den Mitarbeitern die Möglichkeit geben, Punkte für vier bestimmte Kriterien (Qualität, Effizienz, Verständlichkeit, Zugang) zu vergeben, um somit eine Vergleichbarkeit von Beiträgen zu ermöglichen [30]. Durch diese Bewertungsmethode sollen typische Probleme der Wissensbewertung, wie

es wird nur das gemessen, was leicht zu erfassen ist,

quantitative werden qualitativen Messgrößen vorgezogen und

es findet eine ungenügende Identifikation von wettbewerbskritischem Wissen statt,

verhindert werden [22].

Um ein Konzept hinsichtlich der Wissensbewertung in Unternehmen erstellen zu können, wird an dieser Stelle näher darauf eingegangen, wie das Wissen in Unternehmen aufgebaut ist und welche Arten von Verteilungsmöglichkeiten existieren.

In der Literatur werden im Bereich Wissensmanagement verschiedene Verteilungs- und Machtstrategien genannt. Während ein Unternehmen das Wissen mit allen Mitarbeitern föderalistisch teilen kann, könnte wiederum ein anderes, durch eine monarchische Wissensverwaltung, seinen Mitarbeitern nur bedingten Zugriff auf die Wissensdatenbank gewähren [7]. Im Fall der Wissensbewertung durch Mitarbeiter sollte ein föderalistischer Ansatz angestrebt werden, da bei einem versperrten Wissenszutritt keine effiziente Verteilung erreicht werden kann [7] [30].

Weiterhin lässt sich die Wissensstruktur in eine Personalisierungs- oder Kodifizierungsstrategie klassifizieren. Wird Wissen größtenteils von Person zu Person weitergetragen und ausgetauscht, verfolgt das Unternehmen eine Personalisierungsstrategie. Diese Form der Kommunikation wird häufig in innovativen Betrieben angewandt. Bei der Kodifizierungsstrategie wird darauf Wert gelegt, soviel Wissen wie möglich nieder zu schreiben und in Datenbanken zu speichern. Diese Strategien existieren im Unternehmen zu jeweils unterschiedlichen Anteilen parallel und treten in ihrer Reinform in der Realität nicht auf [30] [33].

Da in dieser Studie der Einsatz von Social-Media-Komponenten<sup>4</sup> berücksichtigt werden soll, wird eine stärkere Ausrichtung zur Kodifizierungsstrategie zu Grunde gelegt, die insbesondere auf der Speicherung des Unternehmenswissens auf materiellen Trägern beruht und sich somit nicht ausschließlich in den Köpfen der Mitarbeiter befindet.

### 3 Methodik

In diesem Abschnitt wird näher auf die angewandte Methodik, eine qualitative Metaanalyse, eingegangen. Ursprünglich ist eine Metaanalyse eine Analyse über Analysen oder eine statistische Zusammenfassung der Ergebnisse verschiedener quantitativer Studien [13]. Die qualitative Metaanalyse trägt Ergebnisse mehrerer Studien zusammen und es wird versucht, diese zu generalisieren [29]. Da zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Beitrages nur eine geringe Anzahl an wissenschaftlichen Untersuchungen zum Thema Wissensbewertung im Unternehmen gefunden wurden, konnte kein quantitatives Vorgehen ausgewählt werden. Stattdessen basiert diese Arbeit auf einer qualitativen Variante der Metaanalyse. Ziel dieser Untersuchung ist die Sondierung nach wissenschaftlichen Beiträgen, die Web 2.0 Techniken als Bewertungsmethode von Produkten oder Kreativität einsetzen. Das Vorgehen bei einer Metaanalyse orientiert sich an dem Psychologen Timulak (Bild 1). Sein Konzept kann in vier Stufen aufgeteilt werden [29]:

#### Datenerhebung

Bei der Metaanalyse, egal welchen Typs, geht es um die Auswertung von weiteren Studien. In diesem Beitrag wurden mehrere wissenschaftliche Datenbanken<sup>5</sup> mit dem Ziel untersucht, Beiträge über Methoden der Kreativitäts- sowie Produktbewertung zu finden. Für die Bewertung einer Arbeit war der Bezug zu den Bewertungsmethoden von besonderer Bedeutung. In der Phase der Datenerhebung konnten 14 Arbeiten für die Kreativitätsbewertung sowie 16 für die Produktbewertung gefunden werden.

#### Datenaufbereitung

Bei der Datenaufbereitung wurden die Artikel, die die gleiche Bewertungsmethode beschreiben, zusammengefasst. Hierbei wurde für jede Bewertungsmethode eine Oberkategorie erstellt. Anschließend wurden die entsprechenden Artikel dieser zugeordnet. Des Weiteren wurden Artikel vom gleichen Autor zusammengefasst, um Redundanzen zu minimieren.

#### Datenanalyse

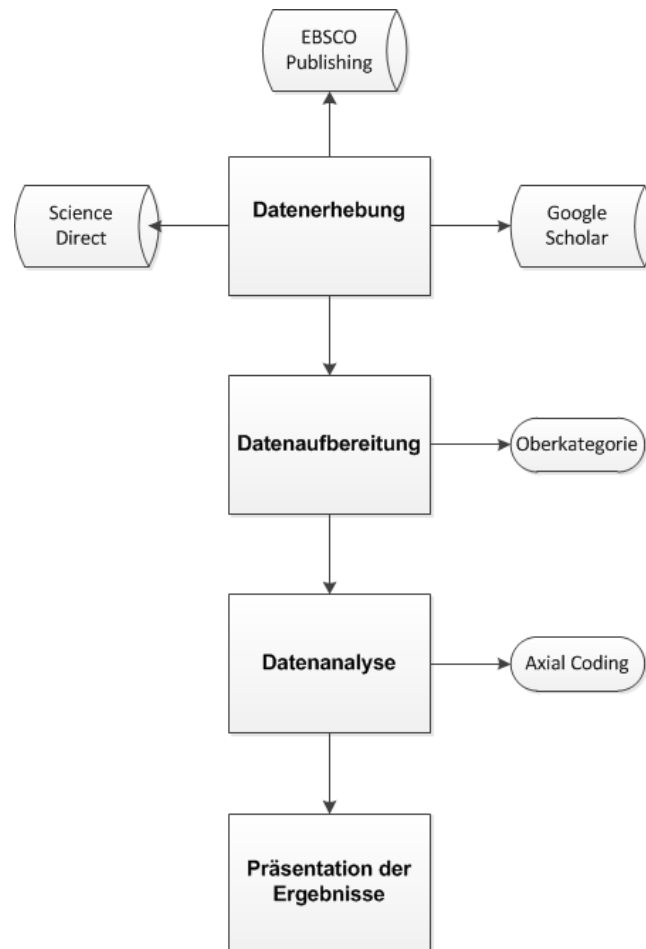
Der Datenanalyseprozess variiert unter den verschiedenen qualitativen Metaanalysen [29]. Die in diesem Beitrag angewandte Methode orientiert sich an dem Vorgehen von Stall-Meadows & Hyde und wird von diesen als Axial Coding bezeichnet [25]. Der Ansatz basiert auf dem inkrementellen Vergleich der Artikel mit dem Ziel, verwandte Kategorien zu einer zusammenzufügen [25] [26]. Bezogen auf die Bewertungsmethoden wurde dieses Verfahren für die Fachgebiete Kreativität und Produkte herangezogen.

#### Präsentation der Ergebnisse

Die signifikanten Attribute für die Bewertung von Kreativität und Produkten werden in Kapitel 4 zusammengefasst.

<sup>4</sup> Als Social-Media-Komponenten werden Medien verstanden, in denen Internetnutzer Meinungen oder Informationen austauschen und Wissen sammeln z.B. soziale Netzwerke, Wikis oder Weblogs [16]. Die Begriffe Social Media und Web 2.0 werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

<sup>5</sup> Science Direct: <http://www.sciencedirect.com/>; Google Scholar: <http://scholar.google.de/>; EBSCO Publishing: <http://search.ebscohost.com/>



**Bild 1:** Methode der qualitativen Metaanalyse (in Anlehnung an [29])

## 4 Bewertungsmethoden aus anderen Forschungsbereichen

In einigen Bereichen finden Bewertungstechniken und Bewertungsmechanismen bereits Verwendung, um den Informationssuchenden zu unterstützen oder eine möglichst objektive Vergleichbarkeit hinsichtlich gegebener Kriterien zu erzielen. Aus diesem Grund werden in den folgenden Abschnitten die Begriffe Kreativität und Produkt in diesem Zusammenhang näher erläutert. Der Fokus liegt hierbei auf den beiden genannten Kategorien, da diese primär Web 2.0 Techniken für Bewertungen in den jeweiligen Bereichen einsetzen.

### 4.1 Kreativität

Die Kreativitätsforschung bedient sich bereits der Möglichkeit, durch Bewertungsmethoden die persönliche Ausprägung der Kreativität zu beurteilen. Hier ist z.B. der Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) zu nennen, der durch verschiedene graphische und verbale Tests versucht die Kreativität der Teilnehmer objektiv einzuordnen [15]. Anhand der vier Kriterien Fluency, Flexibility, Originality und Elaboration kann eine genaue und einfache Gliederung vorgenommen werden.

Bei Fluency, also die quantitative Zählung der Nennungen oder Zeichnungen, werden Punkte nach der Anzahl der Aufzählungen vergeben. Die Flexibilität gibt an, in wie viele verschiedene Kategorien die Zeichnungen oder Aufzählungen eingeordnet werden können. Bei der Originalität werden für seltene Nennungen mehr Punkte vergeben. In der Kategorie Elaboration wird bewertet, wie detailliert die Ausführung ist [15].

Guilford's Alternative Uses Tasks beruhen auf verbalen Tests und nutzen zur Auswertung der Aufgaben ebenfalls die genannten Merkmale. Durch die vier Kriterien wird ein gesteigertes Maß an Reliabilität erreicht, da bei nur einem Bewertungsfaktor die Wahrscheinlichkeit für eine größere Varianz steigt [15].

Bei Intelligenztests wird ebenso nicht nur ein Bereich, wie z.B. das Sprachverständnis, getestet, sondern zudem logische Denkweisen und die Geschwindigkeit der Aufgabenlösung.

## 4.2 Produkte

In den vergangenen Jahren gewannen die nutzerorientierten Inhalte bei Unternehmen zunehmend an Bedeutung. Es haben sich einige Bewertungsmethoden etabliert, die den Onlinenutzern neben der Übersicht über die Produkteigenschaften oder Verkäuferauskünfte auch weitere Zusatzinformationen präsentieren [14]. Diese Zusatzinformationen, die ebenfalls von Kunden erstellt werden, sind in der Forschung als „User generated content“ (UGC)<sup>6</sup> definiert. Eine W3B-Umfrage, die die Agentur Fittkau & Maaß<sup>7</sup> auswertete, ergab, dass jeder Zweite unter den erfahrenen Onlinekäufern die Bewertungen von anderen Benutzern im Vergleich zu den Bewertungen von Verkäufern oder Herstellern als glaubhafter empfindet [10].

Eine Alternative, wie die Produktbewertung gestaltet werden kann, bieten Skalensysteme [24]. Hierbei wird beispielsweise eine Skala von eins bis fünf erstellt. „Eins“ bedeutet, dass das Produkt oder die Leistung mangelhaft ist, während die „Fünf“ den Kunden völlig zufrieden stellt. Häufig werden die einzelnen Punkte durch Symbole, wie zum Beispiel Sterne, dargestellt. Dem Kunden wird nach dem Kauf die Möglichkeit gegeben, seine Bewertung einfach und schnell abzugeben. Die Bewertungen aller Kunden werden anschließend zusammengefasst und die durchschnittliche Beurteilung den weiteren Interessierten zur Verfügung gestellt (vgl. Bild 2). Diese Art der Bewertung kann auf mehrere Aspekte des Kaufes transferiert werden. Sie geben dem Kunden die Möglichkeit, das Produkt, die Verpackung oder die Lieferzeit in einem Kaufprozess zu bewerten. Die zu bewertenden Kategorien werden jedoch dem Kunden vom Verkäufer oder Portalinhaber vorgeschrieben. Diese Methode, angewandt auf mehrere Kategorien, bietet dem Interessierten eine Vielzahl von Informationen über das Produkt oder den Verkäufer.

Eine weitere Art der Produktbewertung sind Kundenrezensionen. Diese stellen allgemein Erfahrungsberichte über Produkte oder Dienstleistungen, die von Kunden vorab bereits genutzt wurden, dar [24]. Inzwischen werden solche Berichte bzw. bewertende Kommentare in fast allen Onlineshops oder Reiseportalen angeboten.

Aus den verschiedenen Kundenrezensionen kann der Kunde, neben den von Verkäufern gelieferten Informationen, Zusatzinformationen über das Produkt gewinnen [14]. Bei Kundenrezensionen, im Gegensatz zu Skalensystemen, wird der Kunde in seinen Bewertungskriterien nicht eingegrenzt. Die Texte werden von den Käufern verfasst und können jeden beliebigen Aspekt des Produktes erwähnen. Insgesamt liefern Kundenrezensionen den Käufern mehr inhaltlichen Spielraum, jedoch gestaltet sich hierbei die Auswertung schwieriger und die Darstellung ist unübersichtlicher.

---

<sup>6</sup> Nutzergenerierter Inhalte. UGC ist der Inhalt der nicht von den Anbieter des Webangebots erstellt wird sondern von deren Nutzern.

<sup>7</sup> Für die W3B-Studie von Fittkau & Maaß wurden im April und Mai 2011 rund 100.000 deutschsprachige Internet-Nutzer befragt.





**Bild 2: Skalensysteme beim Onlinehändler amazon.de**

Die einfachste Form ein Produkt zu bewerten, liefern dem Kunden die sogenannten „Like“-Buttons. Durch diese Buttons kann der Kunde signalisieren, dass ihm ein Produkt gefällt. Am bekanntesten sind der „Like“-Button von Facebook sowie der „+1“-Button vom kürzlich veröffentlichten sozialen Netzwerk Google+<sup>8</sup>. Bei den jedoch sehr einfach strukturierten Bewertungsmethoden ist es schwer zu interpretieren, welcher Aspekt dem Kunden gefällt. Somit stellt diese Methode den geringsten Zusatznutzen für den Käufer dar, auch wenn deren Verwendung immer mehr an Bekanntheit gewinnt.

Die Beispiele im obigen Abschnitt erläutern die bereits guten Erfahrungen mit Bewertungen. Anhand dieser Überlegungen werden die Bewertungskriterien in Abschnitt 5 auch auf Wissen angewandt, um eine möglichst objektive Beurteilung zu erreichen.

## 5 Wissensbewertungskriterien für Unternehmen

Wie in den vorherigen Abschnitten erklärt, befindet sich der Hauptanteil des Know-hows in den Köpfen der Mitarbeiter und in Dokumenten [22] [23]. Es stellt sich somit die Frage, wie eine geeignete Struktur aussehen könnte, die die Verteilung von Wissen erleichtert. Am Anfang sollte das relevante Wissen erfasst, strukturiert und einem einheitlichen Schema folgend bearbeitet werden. Nachfolgend sollte es verteilt und auffindbar gemacht werden. Hierbei können sogenannte Tags eingesetzt werden, die einen Datenbestand durch Stichworte treffend beschreiben und die Artikel somit in Kategorien unterteilt werden können [23]. Jeder Artikel soll anhand der vier Kriterien Zugang, Verständlichkeit, Qualität und Effizienz bewertet werden.

Das erste Bewertungskriterium beschreibt den Zugang zum Wissen. Die Nachvollziehbarkeit, wo die Informationen abgelegt und mit welchen Stichworten sie versehen sind, muss gewährleistet und gut organisiert sein, um überhaupt einen Nutzen aus der Datenspeicherung ziehen zu können. Wenn ein Dokument anhand der vergebenen Tags leicht auffindbar ist und die Suche verhältnismäßig kurz andauert, sollten hierfür fünf Sterne vergeben werden. Ist die Suche jedoch aufwändig bzw. wird das gewünschte Dokument erst auf Umwegen gefunden, ist ein Stern zu vergeben [24].

Ein weiterer wichtiger Aspekt eines verfassten Artikels oder Dokuments ist deren Verständlichkeit. Ist die Information nicht nachvollziehbar oder missverständlich beschrieben, kann möglicherweise kein Mehrwert daraus gezogen werden und der Artikel wäre bedeutungslos. Hierbei muss wiederum darauf geachtet werden, dass unternehmensweite Konventionen eingehalten werden,

<sup>8</sup> <https://plus.google.com/>

um die Mitarbeiter nicht unnötigerweise durcheinander zu bringen. Auch für die Verständlichkeit eines Artikels können bis zu 5 Sterne vergeben werden [32].

Die Beiträge sollten zudem hinsichtlich ihrer Qualität und ihres Nutzens bewertet werden. Dieses Kriterium wird der subjektivste Faktor der gesamten Bewertung sein. Die wahrgenommene Qualität und Relevanz einer schriftlichen Darlegung wird sich von Nutzer zu Nutzer stark unterscheiden. Während die Marketing-Abteilung eine ganz andere Auffassung haben wird als z.B. die IT-Abteilung, können doch generelle für alle Abteilungen relevante Informationen identifiziert werden. An dieser Stelle können beispielsweise Artikel zur Nutzung von Microsoft Office Produkten stehen. Für abteilungsrelevante Themen sollte darüber nachgedacht werden, ob nicht für jede Abteilung ein Wissensmanager die Qualität der gespeicherten Information bewerten sollte. Dieser kann so dafür sorgen, dass qualitativ hochwertige Artikel öfter gelesen und deren Verfasser gefördert werden [32].

Zudem lassen sich Wissensartikel hinsichtlich ihrer Effizienz bewerten. Hierbei handelt es sich darum, ob ein Artikel knapp genug formuliert ist und ob sich keine unnötigen Informationen darin befinden. Bei diesem Kriterium sollte z.B. auch berücksichtigt werden, ob gewisse Teile besser in einen weiteren Beitrag passen würden.

Darüber hinaus sollte für jeden Artikel eine Kommentar-Funktion zur Verfügung stehen, um Verbesserungsvorschläge direkt anbringen zu können. Dieses Verfahren hat sich bei Produktbewertungen bereits bewährt und kann dem Benutzer und Hersteller einen tieferen Einblick in die Gründe für die vorgenommene Bewertung gewähren. Die Verfasser hätten den Vorteil, dass sie das Feedback zeitnah in ihre Beiträge einarbeiten und damit eine kontinuierliche Verbesserung bis hin zu fünf Sternen in jedem Kriterium erreichen können.

Für die Reliabilität sorgt der „Wisdom-of-the-Crowd“<sup>9</sup>-Effekt. Je mehr Mitarbeiter Punkte für die entsprechenden Kriterien verteilen, desto objektiver wird das Ergebnis.

## **6 Empfehlungen für den Einsatz von Wissensbewertungsmethoden im Unternehmen**

Im folgenden Abschnitt wird ein idealtypischer Fall für den Einsatz der oben genannten Bewertungskriterien skizziert.

Zunächst ist hier die Unternehmensgröße zu bedenken. Während kleinere Unternehmen den Wissensaustausch noch verbal aufrechterhalten können, ist dies in größeren Firmen nicht möglich. Es bietet sich also an, den Wissensbewertungsansatz für Firmen mit einem eigenen Intranet anzustreben. Dies gewährleistet auch, dass im Idealfall eine größere Anzahl von Mitarbeitern Zugriff auf die Wissensdatenbank erhält und somit der „Wisdom-of-the-Crowd“-Effekt ausgenutzt werden kann.

Weiterhin sollten jedem qualifizierten Mitarbeiter die Rechte gegeben werden, eigene Beiträge zu verfassen. Die Beiträge werden durch vorher angelegte Tags zu bestimmten Themengebieten markiert, um so die entsprechenden Artikel schneller zu finden. Nach einer entsprechenden Überprüfung sollten diese durch den zuständigen Wissensmanager im Intranet veröffentlicht und zur Bewertung freigegeben werden. Die Bewertung durch Sterne sollte anonym erfolgen,

---

<sup>9</sup> Nach James Surowiecki beschreibt die Weisheit der Vielen, dass bessere Lösungsansätze erreicht werden, wenn die Anzahl der Rückmeldungen im Gegensatz zur Meinung eines Einzelnen steigt [27].

während die Kommentare durch den Namen des Bewertenden gekennzeichnet werden, um den Autor das Stellen von Rückfragen zu ermöglichen. Die Gewichtung der vier Kriterien erfolgt zu gleichen Teilen und das daraus resultierende arithmetische Mittel stellt die Anzahl der Sterne dar, nach denen die Artikel gelistet werden. Weiterhin kann sich jeder Benutzer die Beiträge nach einem bestimmten Kriterium auflisten lassen.

Nachdem eine vorher festgelegte Anzahl von Sternen für einen bestimmten Beitrag vergeben wurde, kann die Anzahl der Sterne mit dem Artikel zusammen eingeblendet werden. Dieses Verfahren dient dazu, dass Beiträge mit beispielsweise einer 1-Sterne-Bewertung trotzdem noch Beachtung unter den Mitarbeitern erhalten und wohlmöglich fälschlicherweise nicht mehr aufgerufen werden. Weiterhin kann die Bewertung sekundenschnell erfolgen und ist damit gut in den Arbeitsalltag integrierbar, ohne kostbare Arbeitszeit aufzuwenden.

Die Autoren der Beiträge sind gehalten, ihre Artikel regelmäßig anhand der Bewertungen und Kommentare zu verbessern. Hierbei bieten sich monetäre Anreize oder die öffentliche Hervorhebung der Mitarbeiter, die diese Regelung im besonderen Maße verfolgen, an.

Im Falle einer Verbesserung oder Änderung eines Artikels, sollte dies durch einen Hinweis neben der Bewertung kenntlich gemacht und der Artikel mit dem Änderungsdatum versehen werden. Artikel die längere Zeit mit einer geringen Sternanzahl bewertet und an denen keine Verbesserung vorgenommen wurden, sollten dauerhaft entfernt werden. Durch Einführung neuer Systeme oder Richtlinien in den Unternehmen muss außerdem überprüft werden, ob nicht einige Artikel obsolet sind und damit ebenfalls gelöscht werden können.

## 7 Ausblick

Die Menge an Wissen in den Unternehmen wird in Zukunft stetig weiter wachsen. Daher ist es wichtig, frühzeitig eine geeignete Basis zu schaffen, in der das Wissen sortiert bewahrt wird. Damit die Informationsflut bewältigt werden kann, sollten die genannten Wissensbewertungskriterien angewandt und kontinuierlich auf Verbesserungsmöglichkeiten überprüft werden. Die qualitativen Aspekte der Bewertungen können durch Kommentarfunktionen weiter ausgebaut und unterstützt werden, jedoch würde dies den administrativen Aufwand deutlich erhöhen. Als Lösung hierfür könnte ein neuer Mitarbeiter eingestellt werden, der sich hauptsächlich mit der Pflege der Wissensartikel beschäftigt. Ist dieses nicht gewünscht, sollte dennoch die Stern-Bewertungsfunktion eingeführt werden, da sie einen erheblichen Nutzen und nur einen geringen Implementierungsaufwand darstellt. Aufgrund der weiten Verbreitung von Produktbewertungen und der häufigen Nutzung zu Referenzzwecken ist davon auszugehen, dass die Wissensbewertung schnell von den Mitarbeitern verstanden sowie als hilfreiche Neuerung akzeptiert und genutzt werden wird.

## 8 Literatur

- [1] Alavi, M; Leidner, D (1999): Knowledge management systems: issues, challenges and benefits. Communications of the AIS 1/1999: 6-19.
- [2] Alpar, P; Blaschke, S; Keßler (2007): Web 2.0. Neue erfolgreiche Kommunikationsstrategien für kleine und mittlere Unternehmen. 1. Auflage. Hessen Agentur, Wiesbaden.
- [3] BITKOM (2007): Transformation zum "Unternehmen 2.0". In: BITKOM (Hrsg.), Wichtige Trends im Wissensmanagement von 2007 bis 2011, 1. Tagung der KnowTech. Frankfurt am Main.
- [4] Bodrow, W; Bergmann, P (2003): Wissensbewertung in Unternehmen: Bilanzieren von intellektuellem Kapital. 1. Auflage. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [5] Brunner, A (2008): Kreativer denken: Konzepte und Methoden von A-Z. 1. Auflage. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.
- [6] Clases, Ch; Wehner, T (2002): Handlungsfelder im Wissensmanagement. 1. Auflage. W. Lüthy, E. Voit & T. Wehner, Zürich.
- [7] Davenport, TH; Eccles, RG; Prusak, L (1992): Information Politics. Sloan Management Review 3/1992: 53-65.
- [8] Eggert, A; Helm, S; Garnefeld, I (2007): Kundenbindung durch Weiterempfehlung? Eine experimentelle Untersuchung der Wirkung positiver Kundenempfehlungen auf die Bindung des Empfehlenden. In: Marketing - Zeitschrift für Forschung und Praxis 29: 233-245.
- [9] European Committee for Standardization (2004): Europäischer Leitfaden zur erfolgreichen Praxis im Wissensmanagement (European Guide to Good Practice in Knowledge Management). Brüssel.
- [10] Fittkau & Maaß Consulting (2011): Kaufentscheidung im Internet: Online-Werbung und – Produktinformationen als Basis von Kaufentscheidungen. <http://www.fittkaumaass.de/services/w3breports/kommunikationundwerbung>. Abgerufen am 03.09.2011.
- [11] Friedrich, K (2004): Empfehlungsmarketing. Neukunden gewinnen zum Nulltarif. 4. Auflage. Gabal, Offenbach am Main.
- [12] Giegrich, J (1995): Die Bilanzbewertung in produktbezogenen Ökobilanzen. 1. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [13] Glass, G; McGaw, B; Smith, ML (1981): Meta-Analysis in Social Research. Sage Publications, Beverly Hills.
- [14] Hass, B; Walsh, G; Kilian T (2010): Web 2.0: Neue Perspektiven für Marketing und Medien. 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [15] Hennessey, B; Amabile, T (2010): Creativity. Annual Review of Psychology Vol.61: 569-598.
- [16] Kaplan, AM; Haenlein, M (2010): Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media in Business Horizons, Vol. 53: 59-68.
- [17] Krcmar, H (2003): Informationsmanagement, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [18] Lehner, F (2000): Organisational Memory. Konzepte und Systeme für das organisatorische Lernen und das Wissensmanagement. 1. Auflage. Carl Hanser Verlag, München.

- [19] North, K (2005): Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen. 4. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [20] O' Reilly, T (2005): What Is Web 2.0 Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>. Abgerufen am 03.09.2011.
- [21] Peters, I (2009): Folksonomies: Indexing and Retrieval in Web 2.0. Walter De Gruyter GmbH, Berlin.
- [22] Probst, W; Raub, S; Romhardt K (2010): Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 6. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [23] Rehäuser, J; Krcmar, H (1996): Wissensmanagement im Unternehmen. In: Schreyögg, Georg; Conrad, Peter (Hrsg.): Managementforschung 6: Wissensmanagement. De Gruyter, Berlin.
- [24] Schuff, D; Mudambi, SM (2010): What Makes a Helpful Online Review? A Study of Customer Reviews on Amazon.com. Management Information Systems Quarterly 34/1: 185-200.
- [25] Stall-Meadows, C; Hyle, A (2010): Procedural methodology for a grounded meta-analysis of qualitative case studies. International Journal of Consumer Studies, S.412-418.
- [26] Strauss, A; J. Corbin (1990): Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques. Sage, Newbury.
- [27] Surowiecki, J; Beckmann, G (2005): Die Weisheit der Vielen. 1. Auflage. Bertelsmann-Verlag, München.
- [28] Tacke, O; von der Oelsnitz, D (2009): Wichtige IT-Trends - und was sie für den Wissensarbeiter bedeuten. WiSt 8/2009: 396-400.
- [29] Timulak, L (2009): Meta-analysis of qualitative studies: A tool for reviewing qualitative research findings in psychotherapy. Psychotherapy Research, 19: 591-600.
- [30] von der Oelsnitz, D; Hahmann, M (2003): Wissensmanagement. 2. Auflage. W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart.
- [31] Vossen, G; Hagemann, S (2007): Unleashing Web 2.0: From concepts to creativity. Magazine Ubiquity 12/2007: 190-197.
- [32] Waldrop, M (2008): Science 2.0: Great New Tool, or Great Risk? <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=science-2-point-0-great-new-tool-or-great-risk>. Abgerufen am 03.09.2011.
- [33] Westkämper, E; Warnecke, HJ; Bullinger, HJ (2003): Neue Organisationsformen im Unternehmen. 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.



# Analysis and Comparison of Models for Individual and Organizational Knowledge Work

**Ansgar Scherp, Daniel Eißing, Steffen Staab**

University of Koblenz-Landau, Germany, E-Mail: {scherp,eissing,staab}@uni-koblenz.de

## Abstract

Making implicit procedural knowledge explicit by business processes is an established means for analyzing and improving efficiency of organizational knowledge work. Such an explicit definition of processes is only to a limited extent applicable to individual knowledge work due to its high complexity and dynamics. Nevertheless, there are structured and repeating activities in individual knowledge work that are worth to capture. Dynamic and ad-hoc workflows allow for capturing these activities. However, they do not allow for synchronizing them with business processes. This hampers communication of best practices and transfer of knowledge between the knowledge workers. Our analysis shows that none of the existing models fully provides the desired functionality. Thus, we have developed our own approach the pattern system *strukt* and applied it at the example scenario of a real architectural office. The *strukt* prototype helps knowledge workers to organize their activities, collaborate with others, and synchronize one's very individual activities with the business processes.

## 1 Introduction

For optimizing organizational knowledge work, implicit procedural knowledge is made explicit by defining processes [25], [26]. These processes are amenable for analysis, planning, and optimization. Besides optimizing business processes, the planning of an organizational IT-landscape benefits from explicit knowledge as it can be better adapted to the processes and requirements of the organization using, e.g., project management tools or service-oriented architectures [12]. In contrast, individual knowledge work considers the activities of knowledge management from the viewpoint of the knowledge workers. Unlike organizational business processes, activities of individual knowledge work are less amenable to analysis and planning. This is due to the high complexity and variability of individual knowledge work, which makes it harder to explicitly capture the activities. In addition, many activities of individual knowledge work occur only rarely. Thus, the high effort of defining explicit business processes is not justified. Although the activities of individual knowledge work are less amenable to analysis and planning, they often contain sub-activities that provide some structure and thus can be explicitly planned [34]. For example, in a large construction project it might be necessary to obtain approval before some further activities can be carried out. Activities of individual knowledge work are also often

part of organizational business processes and define process deadlines, communication partners, and documents [34]. Thus, it seems to be worthwhile to consider individual knowledge work from the perspective of business process optimization and to synchronize the activities of individual knowledge work with the processes of organizational knowledge work.

In this paper, we analyze and compare existing models and approaches for representing structured workflows of organizational knowledge management and activities in individual knowledge management, the weakly structured workflows. None of the existing models allow for representing both processes of organizational knowledge work and activities of individual knowledge work and integrating them. As solution to this problem, we have developed *strukt*, a system of ontology design patterns for the semantic integration of individual knowledge work and organizational knowledge work. The *strukt* application allows knowledge workers for collaboratively creating, modifying, and executing activities of individual knowledge work and synchronizing them with business processes.

## 2 Organizational Knowledge Work

In order to understand the challenges of providing a model for representing and integrating organizational knowledge work and individual knowledge work, we first introduce our notion of knowledge and the key concepts in organizational knowledge work, namely business processes and workflows. Subsequently, we discuss in Section 3 the characteristics of activities in individual knowledge work.

A frequent definition of knowledge [2] is its distinction from data and information [33], [32]. Data are the raw signals like digits and characters. Information enriches this data with some meaning, i.e., some metadata. Knowledge adds a purpose to information in order to achieve a specific goal within the organization. Knowledge is to be continuously revised within the organization. Based on this, organizational knowledge work considers knowledge from the perspective of the company or organization. A central role plays business process modeling. It aims at making implicit procedural knowledge of the organization explicit by defining processes and thus amenable to formal analysis and optimization [26]. A business process describes a set of organizational activities that uses one or more resources as input and produces a value for the customers of the organization [19].

Business processes consider the organizational activities in a top-down view and aim at improving the use of resources within the organization by an explicit analysis and planning of the organizational activities. Business process modeling differentiates between the *definition phase* and *execution phase* [38], [33]. In the definition phase, existing business processes are captured and orchestrated into a (semi-)formal business process model. In the execution phase, the previously created process model is implemented. To this end, a *workflow* is defined as supporting the operative execution of a business process in parts or total [38]. Workflows can be distinguished into *workflow models* and *workflow instances* [33]. The workflow model describes a generic definition of a workflow under consideration of activities, alternatives, and roles participating in the processes. Workflow instances are instantiations of a workflow model under consideration of current process parameters that define a concrete flow through the processes and capture the artifacts created while executing the processes. Adapting the workflow instance after its instantiation from the model is typically not foreseen [33]. If a workflow turns out to be inflexible or inappropriate at any time during the execution of a workflow instance, one needs to



adapt the workflow model. This implies that all running workflow instances need to be adapted accordingly. Thus, a more flexible behavior of the workflow instances and less dependencies with the workflow model is desired.

### 3 Individual Knowledge Work

In contrast to organizational knowledge work, individual knowledge work [11], [23], [33] describes knowledge work from the perspective of the individuals, i.e., the knowledge workers. Individual knowledge work is characterized by a high degree of variability in its execution, self-organization, interdisciplinary, and communication orientation [33]:

- **Variability:** Individual knowledge work typically comprises activities that are difficult to plan due to their high variability. A huge amount of input information and often changing communication partners require frequent revisions of one's procedures in conducting the required activities. New information and changing requirements often imply an adaptation of the procedure while conducting the activities. Many activities are also conducted rarely or the first time. Without some explicitly captured procedural knowledge, it is the responsibility of the knowledge worker to find a solution for a problem or task. In order to integrate the varying tasks into a busy and fragmented work schedule [20], the knowledge worker constantly needs to evaluate the different, concurrent activities and coordinate them in an integrated workflow.
- **Self-organization:** The high complexity and variability of individual knowledge work makes it impossible to define a-priori an exact procedure and the resources needed for a task. Thus, it is typically the knowledge worker's responsibility to plan and manage the efforts for conducting a task in terms of time and resources. In contrast to traditional organizational structures, organizational hierarchies are less present in individual knowledge work. Thus, besides expert knowledge also the ability for self-organization is required from the individual knowledge workers.
- **Interdisciplinary:** In contrast to the traditional skilled engineering worker, knowledge workers are often not specialized and typically cannot specialize to one particular field of business activity. In lieu, knowledge workers frequently have to be experts in many fields. They need to be able to quickly acquire new skills when required and play different roles within the organization.
- **Communication-orientation:** Knowledge work often requires an active communication with other participants. For example, there is a high need for communication with colleagues and the management. However, there is also an increased communication need with external participants such as customers, suppliers, and administrative office.

### 4 Requirements for Integrating Organizational and Individual Knowledge Work

The requirements are derived from the analysis and discussion of organizational and individual knowledge work (see Sections 2 and 3). In addition, we have conducted expert interviews with knowledge workers of an architectural office [30]. Each requirement is briefly described and a reference number REQ-<x> provided:

- **Weakly Structured Workflows (REQ-1):** Individual knowledge work is characterized by a high complexity and variability [20]. Thus, the resources needed and activities to be conducted in a specific task are often not known *a priori*. Thus, a model support for representing weakly structured workflows is needed. This model shall be adaptable during execution time without violating the consistency of other workflow executions.
- **Support for Structured Workflows (REQ-2):** In addition to representing the flexible activities of individual knowledge work, also the structured processes of organizational knowledge work need to be represented [19].
- **Integrating Weakly Structured Workflows and Structured Workflows (REQ-3):** We need to integrate and synchronize the activities of weakly structured workflows and processes of structured workflows.
- **Workflow Models and Instances (REQ-4):** A common feature of traditional business process models is to distinguish workflow models from actually executed workflow instances [33]. Such a distinction is often not made in individual knowledge work, as the activities in individual knowledge work are high in complexity and variability (cf. discussion in Section 3). We can also learn some generic procedural knowledge from the execution of weakly structured workflows. Thus, the distinction between instance and model should also be made for weakly structured workflows. It should be possible to modify workflow instances without affecting the model or any other currently executed workflow instance. Finally, it should be possible to abstract executed workflow instances to workflow models.
- **Descriptive Workflow Information (REQ-5):** It should be possible to describe the resources involved in structured workflows and weakly structured workflows. These include the resources used, processed, or created in a workflow [26], the tools that are applied, the execution status of workflows, and information about scheduling like earliest begin, deadline, and others.

## 5 Comparison of Models for Knowledge Work

Based on the discussion of organizational and individual knowledge work in Sections 2 and 3 and the requirements in Section 4, we analyze and compare existing models for structured workflows and weakly structured workflows from the areas of traditional business process modeling, ad-hoc and dynamic workflows, as well as Semantic Web ontologies.

### 5.1 Traditional Business Process Models

Models for describing traditional business processes such as the Business Process Modelling Notation (BPMN) [28], extended Event-driven Process Chain (eEPC) [29], and Action Port Model (APM) [9] have a rigorously determined process execution flow and separate the business process modeling from its execution (see Section 2). Thus, they are less suitable with respect to the requirements stated in this work. Only APM suggests an adaptation of the business process model at runtime. However, the APM lacks of formality and low flexibility of the concepts it defines.

From the field of knowledge management, we find models like the Knowledge Business Process Improvement Framework (KBPI) [10] and Knowledge Modeling and Description Language (KMDL) [16]. Besides describing traditional business processes, these models provide

approaches for planning of knowledge activities in the organizations. However, these models focus on capturing and planning organizational business processes for the purpose of management. Thus, they are comparable to the traditional business processes.

The Business Process Execution Language (BPEL) [4] allows for the technical interface specification of (automatable) web services. Planning and modeling individual knowledge work in form of weakly structured workflows is not part of BPEL. The extensions BPEL4People [24] and HumanTask [1] allow in principle for describing activities of individual knowledge work and model them as *black-boxes* within the organizational business processes. However, a specification of the black-boxes such as partitioning a task into sub-activities is conducted outside of the system. As such, the BPEL4People and HumanTask extensions are de-facto the same as the traditional business process models and less appropriate for representing individual knowledge work.

## 5.2 Models for Weakly Structured Workflows

Ad-hoc and weakly structured workflow models like the Process Meta-Model (PMM) [6] and the Task-Concept-Ontology (TCO) [34] do not require a strictly determined process flow like the traditional business process models and may be automatically extracted from natural language descriptions [17]. Such models are suitable to represent individual knowledge work. However, the lack of formal precision and missing integration with traditional business processes hinder their reuse.

## 5.3 Semantic Models

Semantic models employ technologies of the Semantic Web [3] to represent the processes and activities in knowledge work. Traditional business process models like BPMN [28] and eEPC [29] are available as semantic models in form of the sBPMN [21] and sEPC [21] ontologies. However, these ontologies are a mere mapping of the traditional models' features to a semantic model. Thus, sBPMN and sEPC still lack support for representing weakly structured workflows. Other models like the Toronto Virtual Enterprise Ontology (TOVE) [13], Enterprise Ontology (EO) [35], Knowledge Management Ontology (KMO) [22], Core Organizational Knowledge Entities Ontology (COKE) [18], as well as the W3C standard OWL-S [37] share the structural characteristics of traditional business process models such as a strictly determined business process flow and an explicit separation of modeling and executing the processes (see Section 2). Because of this, they are less suitable to model weakly structured workflows. Also the degree of formalization of the ontologies differs. Instead of providing formalization using description logics [5], often only a taxonomy in a specific domain is used. The DOLCE+DnS Plan Ontology (DDPO) [15] provides rich axiomatization and formal precision. This is obtained by using the foundational ontology DOLCE+DnS Ultralight (DUL) [7] as basis. DDPO specializes the ontology design pattern Descriptions and Situations (DnS) provided by DUL, which allows for defining different contextual situations by using roles. The concept *Description* defines the roles that are relevant in a specific situation. A *Situation* satisfies the *Description* when there is a real-world observable situation that matches the roles defined by the *Description*. DDPO's *Plan* concept is a specialized *Description* and defines at least one *Task*, one agentive role participating in the task, and a *Goal*. Thus, a *Task* is an activity within a plan and a *Goal* is a status that shall be achieved. A *PlanExecution* is an actual execution of a *Plan*. As such, a *PlanExecution* is a specialization of *Situation* and represents real-world situations that satisfy a *Plan*. In principle, the DDPO can be used to represent both traditional workflows as well as weakly structured

workflows. However, DDPO does not distinguish structured workflows of organizational knowledge work and weakly structured workflows of individual knowledge work (REQ-3). In addition, the distinction between workflow models and instances (REQ-4) is not explicit in DDPO and it also does not provide for representing descriptive workflow information (REQ-5).

#### 5.4 Summary

A summary of the analysis and comparison of the existing models for representing organizational and individual knowledge work is presented in Figure 1. For each model, the fulfillment with respect to the requirements stated in Section 4 is shown. The “+”-symbol means that the model fully supports the requirement. The “o”-symbol means that the requirement is partially fulfilled or with limitations and finally “-” is used when the model does not fulfill the requirement.

	Weakly Structured Workflows	Structured Workflows	Integration SsW & SW	Workflow		Resources, Tools, Status, Scheduling
				Model	Instances	
BPMN [OMG '10]	-	+	-	+	-	0
(e)EPC [Scheer '01]	-	+	-	+	-	0
APM [Carlsen '98]	0	+	-	+	-	0
BPEL [Alves et al. '07]	-	+	-	+	-	+
KBPI [Dalmaris et al. 2007]	-	+	-	+	-	0
KMDL [Gronau et al. 2008]	-	+	-	+	-	0
PMM [Bolinger et al. '09]	+	+	-	0	+	+
TCO [Schwarz '03]	+	-	+	0	+	-
SBPMN [Hepp et al. '06]	-	+	-	+	-	0
sEPC [Hepp et al. '06]	-	+	-	+	-	0
TOVE [Fox et al. '98]	-	0	-	+	+	0
EO [Uschold et al. '98]	-	+	-	+	+	+
KMO [Holsapple & Joshi '04]	-	+	-	+	+	0
COKE [Gualtieri & Ruff. '05]	-	+	-	+	+	0
OWL-S [Martin et al. '04]	-	+	-	+	+	-
DDPO [Gangemi et al. '04]	+	0	0	+	+	-

**Figure 1: Comparison of Models for Individual and Organizational Knowledge Work**

None of the existing models fulfill all requirements as introduced in Section 3. Traditional business process models like BPMN and (e)EPC miss representing weakly structured workflows of individual knowledge work. On contrary, weakly structured workflows such as PMM are in principle enabled to represent the activities of individual knowledge work. However, they lack formal precision and do not allow for an integration with traditional business process models. TCO supports in principle the integration but does not consider defining structured workflows. DDPO differs from the other models insofar as it in principle allows for modeling both organizational business processes and activities of individual knowledge work. In addition, DDPO makes use of the foundational ontology DUL, which has proven in the past to serve as solid modeling framework for formal ontologies [31]. DDPO inherits the formal nature of DUL and thus is well suited for describing and integrating organizational and individual knowledge work.

## 6 Pattern System *strukt* and its Application

In order to represent and integrate organizational knowledge work and individual knowledge work, we have developed the pattern system *strukt* (from the German word Struktur). It consists of different ontology design patterns and is introduced in Section 6.1. The *strukt* application described in Sections 6.2 and 6.3 uses the pattern system. It allows for conducting individual activities and synchronizing them with business processes.

### 6.1 Integrating Organizational and Individual Knowledge Work with *strukt*

The foundational ontology DOLCE+DnS Ultralight (DUL) [7] serves as basis for our ontology *strukt* as shown in Figure 2. Foundational ontologies define the very basic and general concepts and relations that make up the world [27] like objects and events. They provide a high axiomatization of the concepts defined and are applicable to a wide variety of different fields. As foundational ontologies like DUL follow a pattern-oriented design, also *strukt* provides ontology design patterns. Similar to design patterns in software engineering [14], ontology design patterns describe a specific, recurring modeling problem that occurs in a specific modeling context and provide a proven, generic solution to this modeling problem [8], [14]. The pattern system *strukt* [30] is based on DDPO (see Section 5.3) and specializes different design patterns provided by DOLCE+DnS Ultralight (DUL). Most importantly, it reuses the Descriptions and Situations (DnS) pattern that provides a formal specification of context [27]. We briefly describe the pattern system *strukt*. For a detailed description, we refer to [30]. As shown in Figure 2, the foundational ontology DUL provides the Workflow Pattern, which reuses and specializes the DnS Pattern as indicated by the dotted arrow. The Workflow Pattern provides a formalization of the planning of processes. Further patterns reused by the Workflow Pattern are the Task Execution Pattern that defines processing of tasks in activities, the Role Task Pattern that associates roles with tasks, and the Part-of Pattern for (de-)composing entities [36]. The Sequence Pattern describes the order of entities such as tasks and activities. Foundational ontologies like DUL can be refined by core ontologies towards a particular field by adding detailed concepts and relations [27].

Core ontologies specialize the generic concept definitions of the foundational ontology but are still applicable to a large variety of different domains. The ontology *strukt* is such a specialization of DUL and reuses different ontology design patterns that DUL offers. Central patterns of *strukt* are the Weakly Structured Workflow Pattern and the Structured Workflow Pattern in combination with the Transition Pattern as shown in Figure 2. They fulfill requirements REQ-1 and REQ-2 as described in Section 4. The Workflow Integration Pattern allows for integrating weakly structured workflows and structured workflows and thus serves REQ-3. The Workflow Model Pattern differentiates workflow models and workflow instances as requested by REQ-4. Finally, the Condition Pattern, Resource Pattern, Status Pattern, and Scheduling Pattern allow for further describing weakly structured workflows and structured workflows and thus fulfill REQ-5. Each pattern is designed to solve a specific modeling problem towards the overall goal of representing and integrating organizational and individual knowledge work. Thus, the patterns of *strukt* are not a set of independent ontology design patterns but define relations to each other and are designed to be applied in combination. Such a set of related ontology design patterns is called a pattern system [8]. Finally, the pattern system *strukt* can be applied in various domains that need to represent knowledge work. To this end, it is specialized and integrated with, e.g., an architectural ontology or financial administration ontology as shown in Figure 2.

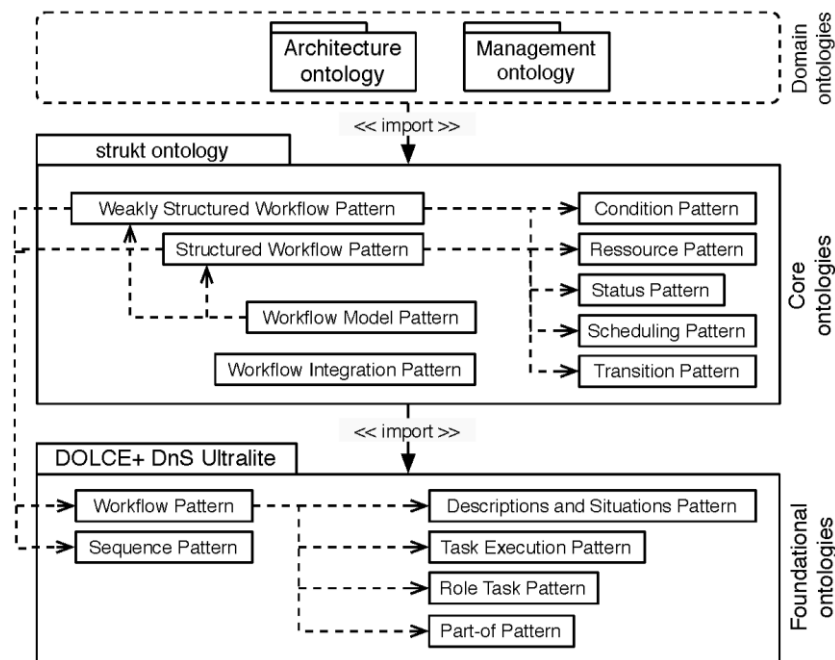


Figure 2: Overview of the strukt Ontology in UML Notation

## 6.2 Web-based Prototype Application for the Individual Knowledge Worker

The strukt prototype allows knowledge workers to organize their activities. This is shown at the example of an architectural office conducting different kinds of construction projects depicted by the screenshot in Figure 3. The web-based prototype provides a *task space* for managing the weakly structured workflows with their tasks and sub-tasks. The knowledge workers can view the details of tasks, create and modify tasks, extract workflow models from workflow instances and instantiate workflow models. To display the tasks and subtasks of a weakly structured workflow, the small triangle symbol next to the task is clicked as shown in Figure 3 at the example *Building application Mornhinweg Inc.* Deadlines, appointments, involved agents, task status, and other important details are shown on the right hand side. The checkbox left to a task name is clicked to mark it as finished. A lock symbol in the checkbox (indicated as small box) shows that a task has unfulfilled dependencies (indicated by the arrows) and thus cannot be accomplished. Optional tasks are indicated with the keyword (*opt*). The order of tasks can be changed by drag and drop interaction. The *Properties* tab shows details of a task such as its status and time, contributors, location, deadline, and project. Here, further contributors for a task can be invited as well as tasks assigned to colleagues like other knowledge workers. The tools used to process a task can be investigated under the *Tools* tab and the conditions associated with a task like a role that needs to sign a document are shown with the *Conditions* tab (not shown in the figure).

The strukt prototype provides the *workflow transformation menu* depicted in Figure 4 to abstract a workflow model from an executed workflow instance. The tasks and subtasks of the executed workflow are the table rows. The columns represent the task names, conditions, roles, involved documents and tools, and whether the task is optional. For creating the workflow model, tasks can be removed and reordered by drag and drop interaction.

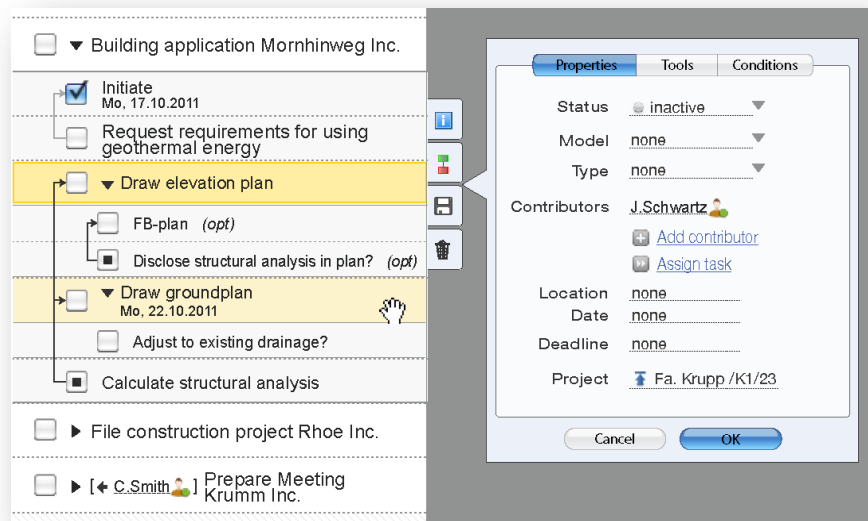


Figure 3: User Interface of the strukt Prototype for the Individual Knowledge Worker

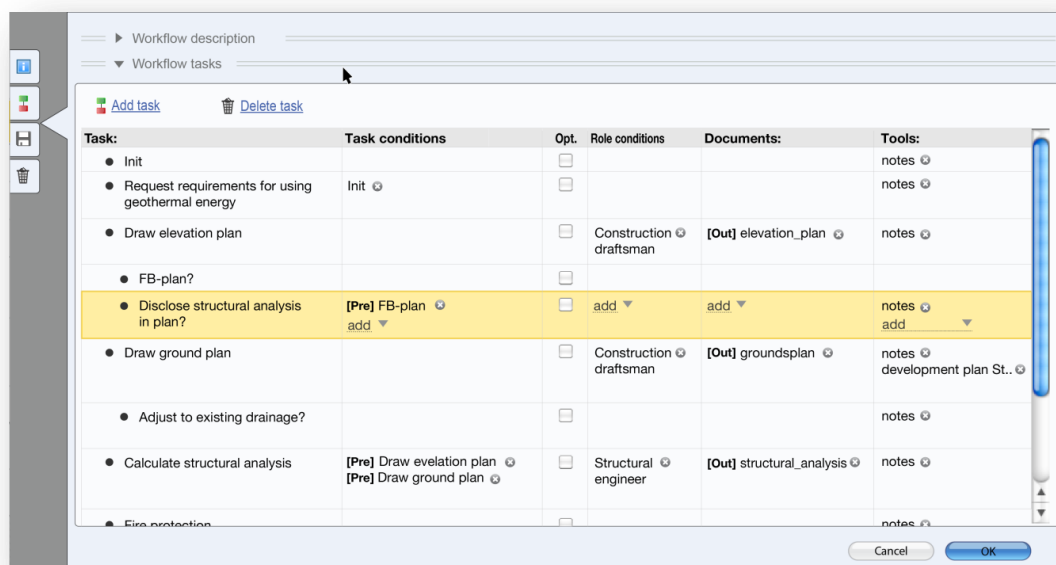


Figure 4: Creating a Workflow Model from an Executed Workflow Instance

### 6.3 Prototype Integration with Structured Workflows

The strukt prototype provides a simple workflow management system as test environment for synchronizing weakly structured workflow activities and pre-defined business processes. It serves as proof of concept that weakly structured workflows can be connected with structured ones, i.e., that individual knowledge work can be integrated with organizational knowledge work using the pattern system strukt. We have implemented different test cases: For example, a task is assigned from a business process to an agent of a weakly structured workflow. In another example, the status of a task in a weakly structured workflow is observed by a business process.

The business process of the structured workflow is only finished when the task in the weakly structured workflow is marked as accomplished. A user interface for the workflow management system is not provided. It is assumed that the strukt prototype is integrated in an existing business process engine providing its own interface.

## 7 Lessons Learned

The prototype application demonstrates that the pattern system strukt can actually be used to represent structured workflows and weakly structured workflows and that structured processes and weakly structured activities can be integrated and synchronized. Early feedback from knowledge workers is promising. However, it also shows that it is difficult to develop a user interface at the right level of abstraction that is intuitive to use while at the same time provides powerful features for managing one's activities, assigning tasks to others, and collaborating with others.

In contrast to prior work, the strukt prototype allows for contextualized views onto the same workflow. This is achieved by using the DDPO and the ontology design pattern DnS (see Sections 5.3 and 6.1). For example, a knowledge worker like the architect Jim is responsible for filing the building application and instantiates the associated weakly structured workflow. As individual knowledge workers value and conduct tasks differently, the strukt prototype allows Jim to modify the weakly structured workflow during its execution. Also concrete construction projects and specific stakeholder requirements may imply adaptations of the weakly structured workflow execution. By design of the strukt ontology and its prototype, these workflow modifications do not require changing the actual model of the weakly structured workflow. In addition, the strukt prototype also does not require adapting any existing executions of the same weakly structured workflow. Finally, it is still possible to abstract the recent execution of a weakly structured workflow (as shown in Figure 4) and create a workflow model from it for future reuse.

## 8 Summary

Business process management is an established means for improving efficiency in organizational knowledge work by capturing implicit procedural knowledge in the organization and making it explicit through the specification of processes. On the contrary, individual knowledge work is characterized by a high degree of complexity and variability, which is difficult to capture in an information system. This hinders adoption and communication of best practices in individual knowledge work within the organization and its synchronization with organizational knowledge work. Nevertheless, it seems to be worthwhile to consider individual knowledge work from the perspective of business process optimization as it is often embedded in organizational businesses processes and provides some structure like sub-tasks that can be explicitly captured. Thus, we have analyzed different existing models and approaches for representing individual knowledge work and organizational knowledge work. As none of the existing solutions allow for synchronizing the activities of individual knowledge work and processes of organizational knowledge work, we have developed the pattern system strukt that is based on the foundational ontology DOLCE+DnS Ultralight and makes use of ontology design patterns. A prototype application shows the general applicability of our pattern system approach.



*Acknowledgement:* This work has been co-funded by the EU in FP7 in the ROBUST project (257859).

## 9 References

- [1] Agrawal A; Amend M; et al. (2007): Web Services Human Task.  
[http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/specs/ws-bpel4people/WS-HumanTask\\_v1.pdf](http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/specs/ws-bpel4people/WS-HumanTask_v1.pdf). Last retrieved 07.09.2011.
- [2] Alavi, M; Leidner, DE (2001): Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems, MIS quarterly, 25(1):107-136.
- [3] Allemang, D; Hendler, J (2008): Semantic Web for the Working Ontologist, Morgan Kaufmann.
- [4] Alves, A; Arkin, A; et al. (2007): Web Services Business Process Execution Language, <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html>. Last retrieved 07.09.2011.
- [5] Baader, F; Calvanese, D; McGuinness, D; Nardi, D; Patel-Schneider, P (2004): The description logic handbook, Cambridge.
- [6] Bolinger, J; Horvath, G; Ramanathan, J; Ramnath, R (2009): Collaborative workflow assistant for organizational effectiveness, In: Applied Computing, 273-280, ACM.
- [7] Borgo, S; Claudio, M (2009): Foundational choices in DOLCE, In: Handbook on Ontologies, Springer.
- [8] Buschmann, F; Meunier, R; Rohnert, H; Sommerlad, P; Stal, M (1996): Pattern-Oriented Software Architecture, Volume 1: A System of Patterns, Wiley.
- [9] Carlsen, S (1998): Action Port Model: A Mixed Paradigm Conceptual Workflow Modeling Language, In: Cooperative Information Systems, 300-309, IEEE.
- [10] Dalmaris, P; Tsui, E; Hall, B; Smith, B (2007): A Framework for the Improvement of Knowledge-Intensive Business Processes, Business Process Management Journal, 13(2):279-305, Emerald, UK.
- [11] Davis, GB (2002): Anytime/Anyplace Computing and the Future of Knowledge Work, Communications ACM, 45(12):67-73, ACM.
- [12] Erl, T (2005): Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design, Prentice Hall.
- [13] Fox, MS; Barbuceanu, M; Grüninger, M; Lin, J (1998): An Organization Ontology for Enterprise Modelling, In: Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups, 131-152, MIT Press.
- [14] Gamma, E; Helm, R; Johnson, R; Vlissides, J. (2004): Design patterns: elements of reusable object-oriented software, Addison-Wesley.
- [15] Gangemi, A; Borgo, S; Catenacci, C; Lehmann, J (2004): Task Taxonomies for Knowledge Content, METOKIS Deliverable D7, 20-42. [http://www.loa-cnr.it/Papers/D07\\_v21a.pdf](http://www.loa-cnr.it/Papers/D07_v21a.pdf). Last retrieved 07.09.2011.

- [16] Gronau, N; Palmer, U; Schulte, K; Winkler, T (2003): Modellierung von wissensintensiven Geschäftsprozessen mit der Beschreibungssprache K-Modeler, Professionelles Wissensmanagement - Erfahrungen und Visionen, 315-322.
- [17] Groth, PT; Gil, Y (2009): A scientific workflow construction command line, In: Intelligent user interfaces, ACM.
- [18] Gualtieri, A; Ruffolo, M (2005): An Ontology-based Framework for Representing Organizational Knowledge, In: Knowledge Management, Graz, Austria.
- [19] Hammer, M; Champy, J (2003): Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, Harper Paperbacks.
- [20] Hart-Davidson, W; Spinuzzi, C; Zachry, M (2007): Capturing & Visualizing Knowledge Work: Results & Implications of a Pilot Study of Proposal Writing Activity, In: Design of Communication, 113-119, ACM.
- [21] Hepp, M; Belecheanu, R; et al. (2006): Business Process Modelling Ontology and Mapping to WSMO, SUPER Project IST-026850.
- [22] Holsapple, CW; Joshi, KD (2004): A Formal Knowledge Management Ontology: Conduct, Activities, Resources, and Influences: Research Articles, Journal of the American Society for Information Science and Technology, 55(7):612, John Wiley.
- [23] Kidd, A (1994): The Marks are on the Knowledge Worker, In: Human Factors in Computing Systems, 186-191, ACM.
- [24] Kloppmann, M; König, D; et al. (2005): WS-BPEL Extension for People-BPEL4People, <http://www.sdn.sap.com/irj/servlet/prt/portal/prtroot/docs/library/uuid/cfab6fdd-0501-0010-bc82-f5c2414080ed>. Last retrieved 07.09.2011.
- [25] Leistner, F (2010): Mastering Organizational Knowledge Flow: How to Make Knowledge Sharing Work. Wiley and SAS Business Series, Wiley & Sons.
- [26] Nonaka, I (1991): The Knowledge-Creating Company, Harvard Business School Publication Corp., 69(6):96-104.
- [27] Oberle, D (2006): Semantic Management of Middleware, Springer.
- [28] Object Management Group (2010): Business Process Model and Notation (BPMN), <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?dtc/10-06-04.pdf>. Last retrieved 2011.
- [29] Scheer, AW (1998): Aris-Business Process Frameworks, Springer.
- [30] Scherp, A; Eißing, D; Staab, S (2011): strukt - A Pattern System for Integrating Individual and Organizational Knowledge Work, Int. Semantic Web Conf., Bonn, Germany, 2011.
- [31] Scherp, A; Saathoff, C; Franz, T; Staab, S (2011): Designing core ontologies, Applied Ontology, IOS Press, 6(3):177-221.
- [32] Schreiber, G (2000): Knowledge engineering and management: the CommonKADS methodology, MIT Press.
- [33] Schwarz, S; Abecker, A; Maus, H; Sintek, M (2001): Anforderungen an die Workflow-Unterstützung für Wissensintensive Geschäftsprozesse, Professionelles Wissensmanagement. Baden-Baden, Germany.

- [34] Schwarz, S (2003): Task-Konzepte: Struktur und Semantik für Workflows, Professionelles Wissensmanagement, Luzern, Switzerland, 28:351-356.
- [35] Uschold, M; King, M; Moralee, S; Zorgios, Y (1998): The Enterprise Ontology, The Knowledge Engineering Review, 13(1):31-89, Cambridge University Press.
- [36] Varzi, AC (1996): Parts, Wholes, and Part-Whole Relations: The Prospects of Mereotopology, Data & Knowledge Engineering, 20(3):259-286, Elsevier.
- [37] W3C (2004): OWL-S. <http://www.w3.org/Submission/OWL-S>. Last retrieved: 07.09.2011.
- [38] Workflow Management Coalition (1999): WFMC-TC-1011: Terminology & Glossary. <http://www.wfmc.org/>. Last retrieved 07.09.2011.



# **Zur adaptiven Steuerung von wissensintensiven Geschäftsprozessen**

**Andreas Hilbert, Uwe Wieland**

Technische Universität Dresden, Professur für Wirtschaftsinformatik,  
insbesondere Informationssysteme im Dienstleistungsbereich, 01062 Dresden,  
E-Mail: Andreas.Hilbert@tu-dresden.de, Wieland@wiwi.tu-dresden.de

## **Abstract**

Der vorliegende Artikel beschäftigt sich zusammenfassend mit einem Ansatz zur Einführung einer adaptiven Ablaufsteuerung von wissensintensiven Geschäftsprozessen. Dabei werden die erforderlichen Wissensbestandteile, welche für eine Entscheidung über den weiteren Ablauf eines Prozesses mit hoher Wissensintensität notwendig sind, bedarfsgerecht durch Methoden der Informationslogistik bereitgestellt. Insbesondere die Designziele der Modellierung, Strukturierung und Integration von Wissen und dessen Konversionsmethoden werden näher beleuchtet und innerhalb einer Fallstudie auf ihre Anwendung überprüft.

## **1 Einleitung**

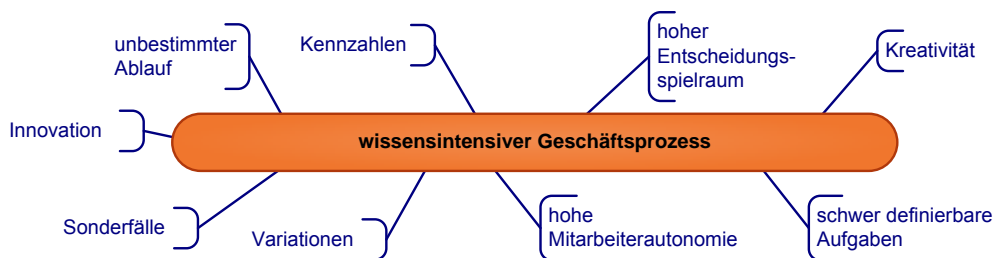
Dieser Artikel beschäftigt sich mit einem möglichen Vorgehen, wie wissensintensive Geschäftsprozesse (wiGP) flexibel und damit schnell anpassbar gesteuert werden können. Eine besondere Schwierigkeit entsteht dadurch, dass die Komplexität von Technologien und Dienstleistungen zunimmt und damit die Ursachen-Wirkungsbeziehungen eine entscheidende Rolle spielen. Die dadurch entstandenen wiGP verlangen ein hohes Maß an informationslogistischer Unterstützung, damit die vorherrschende Komplexität durch die Bereitstellung von entscheidungsrelevanten Informationen gemeistert werden kann. Um die Diskontinuität der Unternehmensumwelt und die steigende Komplexität (Anforderungs- u. Systemkomplexität) beherrschbar zu machen, bedarf es zum einen Managementsysteme, welche die notwendige Transparenz von Geschäftsprozessen und Umweltveränderungen herstellen können und Methoden zur Anpassung anbieten. Zum anderen werden dafür ausgewählte Informationen zur richtigen Zeit, in der richtigen Qualität am richtigen Ort benötigt. Es ist zudem nicht ausreichend, dass die Prozessinformationen nur vorhanden sind, sondern dass die richtigen Informationen den richtigen Personen zur Verfügung gestellt werden. Genau diese personenbezogene und damit individuelle Bereitstellung von Informationen wurde bisher gemäß MUTSCHLER in der Forschung und Praxis vernachlässigt (siehe [9], Seite 28 ff.). Das anzustrebende Gesamtkonzept für eine Organisation sollte dabei auf einer systemischen Betrachtung sowie der laufenden Regelung und Optimierung

(Adaption) der Effektivität und Effizienz von Geschäftsprozessen durch eigenverantwortliche und selbststeuernde Prozessteams beruhen, wobei diese adaptive Prozesssteuerung über ein flexibles Managementsystem und durch Unterstützung eines bedarfsgerechten informationslogistischen Ansatzes unterstützt werden sollte (siehe [2], Seite 123 ff.).

## 2 Grundlagen

### 2.1 Wissensintensive Geschäftsprozesse und deren Steuerung

Sind Geschäftsprozesse durch eine hohe Komplexität bei der Ausführung, eine schwache Strukturierung im Ablauf, durch das Vorhandensein stark kommunikationsorientierter Aufgaben gekennzeichnet und besitzen diese Prozesse eine hohe Mitarbeiterautonomie bei Entscheidungen, so werden diese als wiGP bezeichnet (siehe [7], Seite 58). Weiterhin schreibt GRONAU: „Ein Prozess kann jedoch vor allem dann als wissensintensiv eingestuft werden, wenn die durch ihn entstehende Wertschöpfung in einem hohen Maße durch das vorhandene Wissen der Prozessbeteiligten erreicht werden kann.“ (siehe [7], Seite 57). Genau an dieser Stelle wird erneut eine klare Schnittstelle zur kundenorientierten Dienstleistung sichtbar, welche gemäß MEFFERT/BRUHN ihre Leistungsfähigkeit aus der spezifischen Leistungsfähigkeit der personellen Ressourcen hervorbringt (siehe [8], Seite 64).



**Bild 1: Grundcharakteristik wissensintensiver Geschäftsprozesse**

Eine hohe Quellen- und Medienvielfalt, der Einsatz von Kreativität, ein hoher Innovationsgrad sowie ein großer Entscheidungsspielraum sind neben der hohen Varianz und einer dynamischen Entwicklung der Prozessvielfalt weiterhin charakterisierend für derartige Geschäftsprozesse. Zusammenfassend zeigt Bild 1 die grundlegenden charakteristischen Merkmale des beschriebenen Prozesstyps.

Um wiGP zu steuern gibt es unterschiedliche Auffassungen von ‚Steuerung‘ im Kontext von Geschäftsprozessorganisationen (siehe [10], Seite 46 sowie [16], Seite 175). SCHMELZER/SESSELMANN konkretisieren die Begriffsklärung, indem sie die Steuerung von Geschäftsprozessen in zwei unterschiedliche Teilgebiete aufteilen:

- Steuerung der Performance
- Steuerung des Ablaufs

Nach SCHMELZER/SESSELMANN geht es darum, „den reibungslosen Durchfluss bei der Ausführung der Prozesse zu gewährleisten“ (siehe [15], Seite 350). Wird diese Sichtweise mit dem Wort ‚adaptiv‘ in Verbindung gebracht, entsteht rein formal ein Ansatzpunkt, um mit wiGP effizient umgehen zu können. Gemäß ALLWEYER/SCHAEER besitzen adaptive Geschäftsprozesse die Eigenschaft, „sich selbsttätig zu verbessern und an geänderte Anforderungen und Rahmen-

bedingungen anzupassen“ (siehe [1], Seite 15). In Kombination mit der Steuerung des Ablaufes von Geschäftsprozessen bedeutet dies, dass sich der Prozessablauf gemäß seiner Inputs so anpassen soll, dass die erforderlichen Outputs generiert werden können. Weiterhin wird daraus deutlich, dass die Steuerung nicht reaktiv auf die Prozessmessung folgt, sondern bereits zu Prozessbeginn mit der Variation der Inputs eine Aktion in Form einer Auswahl des richtigen Prozessablaufes oder einer Entscheidung erfolgt. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird deutlich, dass es hierbei nicht um die automatische Abarbeitung derartig komplexer Prozesse geht, sondern dass die Komponenten ‚Mensch‘, ‚Gruppen‘ und ‚Organisation‘ durch ihr ‚stillschweigendes‘ Wissen einen wesentlichen Anteil an einer erfolgreichen Steuerung von wiGP aufweisen.

## 2.2 Bedarfsgerechte Informationslogistik

BUCHER bezieht sich bei seiner Definition auf eine prozessorientierte Informationslogistik, welche hinsichtlich der Prozessorientierung und der Kombination aus Datenanalyse und Informationsbereitstellung einer ganzheitlichen Definition für diese Arbeit am angemessensten erscheint: „Prozessorientierte Informationslogistik bezeichnet als Sammelbegriff all diejenigen Funktionalitäten zur Datenanalyse und zur Informationsbereitstellung, die in einen betrieblichen Prozess eingebettet sind und darauf abzielen, durch einen menschlichen Akteur zu treffende prozessinhärente Entscheidungen informatorisch optimal zu unterstützen. Das Konzept entfaltet seinen Nutzen insbesondere im Kontext der Ausführung operativer betrieblicher Prozesse (d. h. von Geschäfts- und Unterstützungsprozessen)“ (siehe [4], Seite 108). Der Ansatz von BUCHER fordert weiterhin neben der Bereitstellung von analytischen Informationen innerhalb der operativen Prozesse auch die Rückführung der kontextuellen Informationen, welche dazu beigetragen haben, die Entscheidung zu treffen. Mit dieser Anforderung nähert sich BUCHER an die generelle Forderung einer adaptiven Steuerung stark an, indem durch die Rückführung von Wissen über eine Entscheidung neues Wissen für zukünftige Fragestellungen generiert wird. Damit Informationslogistik erfolgreich sein kann, müssen die Informationsbedarfe in speziellen Situationen bestimmbar sein. Informationslogistik beschäftigt sich daher aus Sicht des Fraunhofer Instituts für Software- und Systemtechnik (siehe [6], Seite 10 f.) zum einen mit der Modellierung und Bestimmung von Informationsbedarfen und zum anderen mit der Informationsflusssteuerung innerhalb von Business Communities und deren Prozessabläufen. Dabei unterscheiden sich die Modellierungsszenarien durch eine direkte Beschreibung der Benutzerbedarfe über eine Beschreibung von Szenarien, die typische Informationsbedarfe eines Benutzers in bestimmten Situationen beinhalten, bis hin zur Ableitung von Informationsbedarfen eines Nutzers aus anderen Informationsquellen (siehe [6], Seite 10 f.). Es ist daher die hohe Kunst der Informationslogistik, nicht nur die immer größer werdende Menge an Informationen bereitzustellen, sondern für eine intelligente Filterung und eine qualitative Bewertung dieser zu sorgen. MUTSCHLER hingegen geht noch einen Schritt weiter und sagt: „Das bloße Vorhandensein prozessbezogener Informationen allein reicht jedoch nicht aus, um Mitarbeiter in ihren Arbeitsprozessen zu unterstützen. Denn nur im Arbeitskontext wird aus einer Menge an Informationen Wissen – dem letztendlich produktiven Kapital des Unternehmens. Zielsetzung sollte es daher sein, jeder Person die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen.“ (siehe [9], Seite 28). Dabei geht er stark auf die Trennung von strukturierten und unstrukturierten Informationen ein, welche den nachfragenden Prozessen zur Verfügung gestellt werden sollen. Durch den Einsatz von semantischen Technologien soll anschließend jedoch eine automatische Individualisierung der Inhalte gemäß den Bedarfen jeder Person vorgenommen werden. Das Gesamtziel sind nutzergerechte, intelligente Prozessinformationsportale (niPRO) (siehe [9], Seite 28 ff.).

### 3 Forschungsmethodik

#### 3.1 Forschungsziel und Forschungsfragen

Es ist Ziel der Arbeit, ein ganzheitliches Vorgehensmodell zur Einführung einer adaptiven Steuerung von wiGP unter Verwendung eines informationslogistischen Lösungsansatzes zu entwickeln, dessen Praxistauglichkeit durch eine prototypische Anwendung des Vorgehensmodells am Beispielprozess „Produktsupport und Reklamation“ vorgestellt werden soll. Folgende Kernfragstellungen stellen daher den inhaltlichen Leitfaden der Arbeit dar.

- Wie kann ein Vorgehensmodell zur Einführung einer adaptiven Steuerung von wiGP innerhalb von Prozessorganisationen aussehen?
- Wie können wiGP bedarfsgerecht mit Informationen versorgt werden?
- Ist das entwickelte Vorgehensmodell zur Einführung einer adaptiven Steuerung von wissensintensiven Prozessen praktisch anwendbar?

#### 3.2 Forschungsdesign

Reflektierend und in Ergänzung zu dem bereits aus der Literatur bekannten Wissen über die adaptive Steuerung des Ablaufes von wiGP und hinsichtlich der Arbeitsauffassung von einer bedarfsgerechten Informationslogistik, zeigt diese Arbeit ein mögliches Vorgehensmodell auf. Dabei wird darauf geachtet, dass dieses integrierte Vorgehensmodell festlegt, wie relevante Wissens- und Informationsobjekte für wiGP identifiziert und strukturiert werden, um diese anschließend, in Abhängigkeit von ihrer Struktur, in den Prozess bzw. die Aktivität zu integrieren (siehe [2], Seite 4). Resultierend aus der Tatsache, dass das konzipierte Vorgehensmodell durch keine empirischen Versuche untersucht wurde, bedient sich diese Arbeit einer Überprüfung anhand eines Fallbeispiels aus der Praxis. Dazu wird das Modell auf ein modernes Dienstleistungsunternehmen der IT Branche angewendet, indem ein wiGP (Produktsupport und Reklamation) ganzheitlich betrachtet wird. Bezogen auf diesen Beitrag kann ausschließlich ein Ausschnitt, in Form eines Integrationsverfahrens von unstrukturierten Informationsobjekten und Wissensobjekten, exemplarisch aufgezeigt werden. Dies erfolgt im Beitrag gemeinsam mit der Erarbeitung des Vorgehensmodells. In Bezug auf die angestrebte Wiederverwendbarkeit des Modells für die Einführung einer adaptiven Steuerung von weiteren wiGP folgt das Vorgehensmodell der Eigenschaft von Referenzmodellen, dass das entwickelte Modell, zur Konstruktion von weiteren Modellen wiederverwendet werden soll. Die wiederverwendungsorientierte Begriffsauffassung hat aufgrund der unterschiedlichen, kaum planbaren Ausgangsszenarien zur Auswirkung, dass ein uneingeschränkter Anspruch an die Wissenschaftlichkeit fallen gelassen werden muss. Die vorliegende Arbeit liefert somit einen Vorschlag, wie eine Klasse von Modellen ausgestaltet sein kann (präskriptive Sicht) (siehe [5]). Die Arbeit bedient sich dabei der deduktiven Erstellung eines Modells mit Hilfe von theoretischen Erkenntnissen und schafft dadurch ein Modell, welches neben der Möglichkeit zur praktischen Ableitbarkeit auf eine Realsituation auch die Möglichkeit eines Vergleiches mit anderen Vorgehensmodellen des Diskursbereiches anbietet (siehe [3], Seite 176).



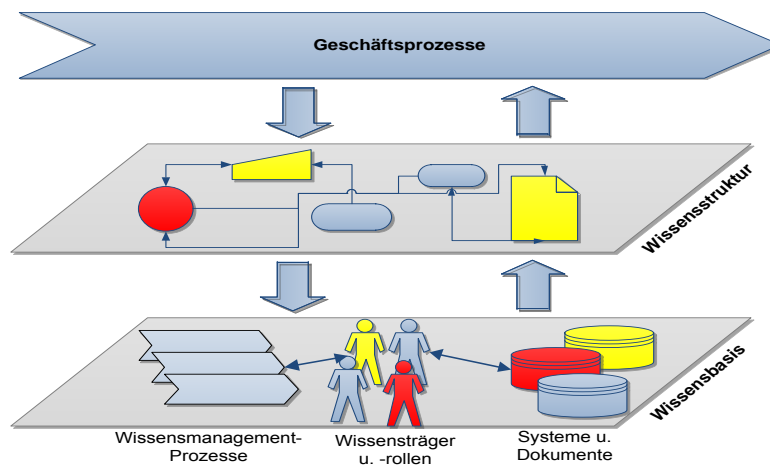
## 4 Anforderungen und Designziele

Im Zuge der Ausführungen ist deutlich geworden, dass die Steuerung von Geschäftsprozessen nicht als allgemeine Methode angesehen werden kann. Zum einen muss unterschieden werden, ob es sich um die Steuerung der Leistung eines Prozesses handelt oder um dessen Ablauf. Weiterhin wurde ersichtlich, dass der Prozesstyp eine wesentliche Rolle spielt. Zudem wurde die wesentliche Einflussnahme der Ressource ‚Mensch‘ auf wissensintensive Prozesse benannt. Aufgrund der fehlenden Wiederholbarkeit von wiGP auf Basis der genannten Punkte und der sich permanent weiterentwickelten Kundenbedürfnisse und Erwartungen scheint eine Automatisierung nahezu aussichtslos. Es stellt sich also die Frage, wie wiGP in ihrem Ablauf möglichst so gesteuert werden können, dass sie hinsichtlich der Ressourcennutzung und der Zeit effizient sind und durch ihre Kundenorientierung die Bedürfnisse und Erwartungen der Kunden effektiv befriedigen.

Im Folgenden sollen die Anforderungen konsolidiert werden, um somit eine Spezifikation und Abgrenzung für das Vorgehensmodell zu liefern.

- Adaption von wiGP an die Variabilität des Inputs
- Identifikation von relevanten Informations- und Wissensbedarfen
- Vorbereitung von prozessrelevanten Entscheidungen durch Bereitstellung von Informations- und Wissensobjekten
- Reduzierung von Informationsverlusten an Prozessschnittstellen
- Reduzierung des Koordinations- und Kommunikationsaufwandes
- Unterstützung der Mitarbeiterautonomie
- Förderung des organisationalen Lernens
- Bereitstellung der Steuerung auf Prozess- und Aufgabenebene

Somit ist es Ziel der Arbeit, eine Vorgehensweise für die Einführung einer adaptiven Geschäftsprozesssteuerung zu erarbeiten, welche die ermittelten Anforderungen weitestgehend erfüllt und sich dabei an einer bedarfsgerechten Informationslogistik orientieren sollte. Den Bezugsrahmen für die vorliegende Arbeit bildet einerseits das in Bild 2 dargestellte Konzept ‚Business Knowledge Management‘ (BKM) nach ÖSTERLE (siehe [16], Seite 38), welches am Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität St. Gallen entstanden ist und andererseits der Architekturvorschlag für integrierte Wissensmanagementsysteme nach RIEMPP (siehe [14], Seite 126). Im Vergleich zu RIEMPP handelt es sich bei BKM überwiegend um einen Ansatzpunkt zur Organisationsgestaltung, während RIEMPP einen Vorschlag zur Gestaltung der IT-Systemunterstützung liefert. Das BKM-Konzept zeichnet sich durch die Betrachtung unterschiedlicher Ebenen aus, welche für das Wissensmanagement innerhalb wiGP notwendig sind. Als zentraler Bestandteil der Betrachtung im BKM-Konzept werden die Geschäftsprozesse angesehen, welche besonders durch das Vorhandensein von Wissensflüssen und der Vision nach einem ‚integrierten Arbeitsplatz‘ hervorgehoben werden. Exakt hier reflektiert das Modell auf die Eigenschaftsbeschreibungen von wiGP und dem Wunsch nach einer integrierten und bedarfsgerechten Informationsversorgung. Wissensflüsse innerhalb und zwischen Prozessen müssen identifiziert und abgebildet werden. Weiterhin sind gemäß BKM die Wissensbereitstellung und Wissensnutzung in die Aufgaben der einzelnen Mitarbeiter zu integrieren.



**Bild 2: BKM nach ÖSTERLE (in Anlehnung an [16] Seite 38)**

### Das Designziel Modellierung

In Relation zu den wesentlichen Zielen der Informationslogistik und in Anbetracht der aufgestellten Anforderungen an eine adaptive Steuerung des Prozessablaufes entsteht an diesem Punkt das Designziel der ‚Modellierung‘ von wiGP bzw. Aufgaben. Die Wissensstruktur enthält gemäß BKM-Konzept sämtliche Wissensobjekte und deren Beziehungen zueinander (siehe [14], Seite 105). Innerhalb dieser Ebene wird das Wissen aus verschiedenen Quellen zusammengeführt und vorstrukturiert. Bei der Vorstrukturierung werden in Anlehnung an das BKM-Konzept unstrukturierte Objekte und strukturierte Objekte miteinander in Relation gebracht. Gemäß den vorangestellten Betrachtungen innerhalb dieser Arbeit erscheint die Beschränkung auf Wissensobjekte als unvollständig, da neben den Wissensobjekten die Informationsobjekte in strukturierter, semi-strukturierter und unstrukturierter Form explizit vorliegen können. Wissensobjekte hingegen sind zum Großteil Artefakte, welche das stillschweigende Wissen von Personen oder Gruppen darstellen (siehe [7], Seite 86).

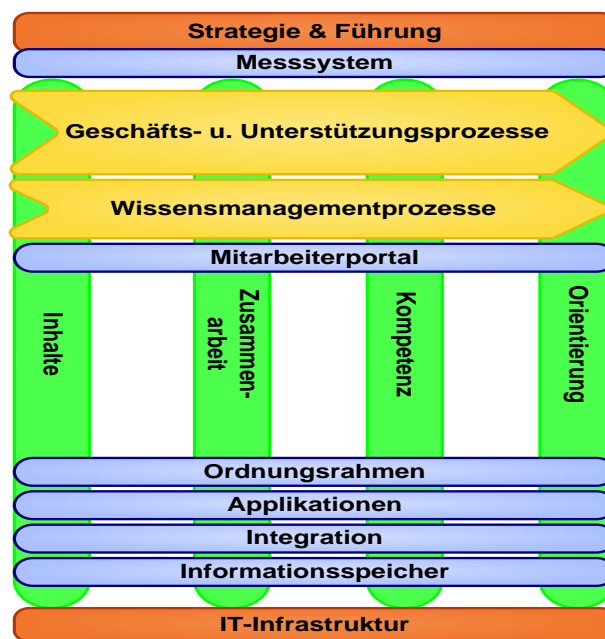
### Das Designziel Strukturierung und Klassifikation

Dennoch bietet dieser Punkt der Strukturierung einen wesentlichen Aspekt für die Einführung einer adaptiven Steuerung. Ohne eine Strukturierung der heterogenen Informationsvorkommen im Unternehmen ist eine bedarfsgerechte Bereitstellung nicht möglich, da je nach Struktur des Informations- bzw. Wissensobjektes andere Methoden zur Bereitstellung und Nutzung existieren. Damit etabliert sich das zweite Designziel der ‚Strukturierung und Klassifikation‘ von Informations- und Wissensobjekten. Das BKM-Konzept beschreibt des Weiteren die Ebene der ‚Wissensbasis‘, welche zum einen aus Anwendungs- und Informationssystemen besteht und einen Großteil des kodifizierten Wissens in Form von strukturierten, semi-strukturierten und unstrukturierten Informationsobjekten repräsentiert. Weiterhin beinhaltet diese Ebene die Wissensträger der Organisation, welche die nicht kodifizierten Bestandteile und damit den Großteil des Wissens einer Organisation darstellen. Die zudem angeführten Wissensmanagementprozesse sorgen für eine definierte Vorgehensweise (Identifikation, Erwerb, Entwicklung, Verteilung, Nutzung, Bewahrung, Bewertung) und damit für die Steuerung der Wissensträger sowie der Wissensbasis (siehe [16], Seite 39).

## Das Designziel Integration

Innerhalb dieser Ebene verdeutlicht sich die Notwendigkeit, wie sich die strukturierten und klassifizierten Objekte in die Prozesse integrieren lassen, damit eine Unterstützung von Entscheidungen stattfinden kann. Das damit fokussierte Designziel der ‚Integration‘ ist dadurch definiert, dass es innerhalb des Vorgehensmodells Methoden und Konzepte etabliert, welche eine strukturabhängige Integration sowie Kombination der unterschiedlichen Informations- und Wissensobjekte realisiert.

Bezogen auf das Designziel der ‚Integration‘ stellt die Architektur für integrierte Wissensmanagementsysteme (siehe [14], Seite 126) den Bezugsrahmen für diese Arbeit dar (vgl. auch Bild 3).



**Bild 3:** Kernelemente einer integrierten WMS-Architektur (in Anlehnung an [14], Seite 126)

Das integrierte Wissensmanagement ist idealtypisch in vier Bestandteile eingeteilt, welche vertikal das gesamte Modell gliedern. Die Säule ‚Inhalt‘ umfasst alle Funktionen zur Unterstützung im Umgang mit Informationsobjekten in strukturierter, semistrukturierter und unstrukturierter Form. Dazu zählen ebenfalls kontextbezogene Aktivitäten, wie z.B. das Erstellen, Freigeben, Publizieren, Überarbeiten und Archivieren von Informationsobjekten. Die Säule der ‚Kompetenz‘ bietet Funktionen zur Verwaltung von Kompetenzprofilen und zur Förderung von Kompetenzen durch Lernverfahren, wie beispielsweise das E-Learning. In der Säule der ‚Zusammenarbeit‘ benutzen die Mitarbeiter eines Unternehmens die Säulen ‚Inhalt‘ und ‚Kompetenzen‘, um durch Systeme der Zusammenarbeit ihr Wissen zu erkennen, auszutauschen und weiterzuentwickeln. Die Säule der ‚Orientierung‘ bietet den anderen Säulen eine wesentliche Unterstützung bei der Suche und Identifikation von Inhalten und Kompetenzen. Weiterhin ist die Navigation und zentrale Verwaltung des Systems in dieser Säule angesiedelt (siehe [14], Seite 127 ff.).

Zusammenfassend werden somit drei wesentliche Designziele für das Vorgehensmodell definiert, welche jeweils im Bezug zu bereits etablierten Konzepten aus dem Diskursbereich stehen. Die ermittelten Designziele, geordnet nach ihrem chronologischen Ablauf, ergeben somit die Hauptphasen für das folgende Vorgehensmodell und beinhalten jeweils ein Bündel aller notwendigen Aktivitäten.

## 5 Entwicklung eines Vorgehens zur Einführung

### 5.1 Designziel Modellierung

Reflektierend auf die erlangten Kenntnisse, dass wiGP oft nur deshalb als solche definiert werden, weil ihre Teilaufgaben/Teilaktivitäten wissensintensiv sind, bedarf es einer in folgenden Schritten realisierten Modellierung, welche es ermöglicht, eine effiziente Identifikation und Modellierung von wiGP auf Prozess- und Aufgabenebene zu realisieren (siehe [2], Seite 56).

#### 5.1.1 Übersichtsmodellierung

Durch die angestrebte Übersichtsmodellierung erhält ein Unternehmen eine klare Dokumentation über die Schnittstellen zum Kunden sowie eine navigierende Beschreibung seiner Abläufe. Die Methode des ‚Service Blueprinting‘ nach LYNN SHOSTACK ermöglicht eine erste Differenzierung von Aktivitäten in kundenorientierten Leistungsprozessen und schafft damit eine unterscheidbare Trennung in Prozessaktivitäten, welche vom Kunden sehr stark wahrgenommen werden, da er entweder mit interagiert oder zumindest die Bearbeitung der einzelnen Aktivitäten wahrnehmen kann. Die Wahrnehmung des Kunden entscheidet anschließend über seine Zufriedenheit bzw. über sein weiteres Verhalten bezogen auf das Unternehmen und ist damit im Fokus der Betrachtung (siehe [11], Seite 114). Das ‚Service Blueprinting‘ dient innerhalb des Vorgehensmodells der Vorselektion von Prozessen hinsichtlich des Kriteriums ‚Kundeninteraktion‘. Innerhalb dieser vom Kunden wahrnehmbaren Sicht sollen wissensintensive Prozesse bzw. Aktivitäten identifiziert werden und anschließend hinsichtlich ihrer Wissensflüsse und Wissensumwandlungen untersucht werden.

#### 5.1.2 Identifikation

Die Phase der Identifikation von wiGP kann im Anschluss an die Übersichtsmodellierung der jeweils fokussierten Geschäftsprozesse als fest definierter Bestandteil des Vorgehensmodells angesehen werden. Als Eingangsgrößen bekommt diese Phase das Übersichtsmodell des ausgewählten Geschäftsprozesses übergeben. Anhand eines Merkmalsklassenkatalogs von wiGP werden alle modellierten Aktivitäten auf vorhandene Ausprägungen (in Anlehnung an [13], Seite 116), gruppiert nach Dimensionen, untersucht. Um schlussendlich die Eigenschaften von wissensintensiven Prozessen auf wiGP übertragen zu können, müssen die Prozesse noch die Definition der Prozessart ‚Geschäftsprozess‘ erfüllen. Erfüllt ein Prozess die Merkmalsanforderungen für wissensintensive Prozesse und für Geschäftsprozesse, handelt es sich um einen wiGP.

#### 5.1.3 Modellierung von Prozessen, Aufgaben und Kommunikationsbeziehungen

Das prozessorientierte Wissensmanagement kombiniert die Ansätze des Geschäftsprozessmanagements mit den Ansätzen des Wissensmanagements und legt dabei besonderen Wert auf die Transparenz von Wissensflüssen und Wissensumwandlungen entlang der Geschäftsprozesse, um diese hinsichtlich der makroskopischen und mikroskopischen Anforderungen effizienter zu gestalten. Es wird versucht, durch den Einbezug von human- und technologieorientierten Ansätzen eine Brücke zwischen Geschäftsprozessmanagement und Wissensmanagement zu bauen (siehe [12], Seite 6). Die „Knowledge Modeling and Description Language“ (KMDL) ist eine von der Universität Oldenburg und der Universität Potsdam entwickelte Geschäftsprozessmodellierungssprache (siehe [7], Seite 76), welche besonderen Fokus auf die Integration von Wissenobjekten, Wissensflüssen und Wissenstransformationen legt. Die Modellierungssprache

stützt sich bei der Umwandlung (Konversion) von Wissens- und Informationsobjekten auf das theoretische Modell von Nonaka und Takeuchi (siehe [7], Seite 76). Die einzelnen Modelltypen der Sprache (Prozessmodell, Aktivitätsmodell, Kommunikationsmodell) erlauben die Modellierung auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen. Das Prozessmodell beinhaltet Objekte, um den Ablauf von Geschäftsprozessen abzubilden sowie organisationale Beziehungen darzustellen. Die Aktivitätssicht hingegen ist wesentlich granularer und bietet somit die Möglichkeit, alle Konversionen zwischen Personen oder Gruppen abzubilden. Dafür stehen eine Vielzahl an Objekten zur Verfügung, um Wissen, Anforderungen, Bedingungen, Personen, Informationen, Funktionen und Methoden zur Umwandlung von Wissen bzw. Informationen in unterschiedlichster Granularität abzubilden. Nach erfolgreichem Abschluss der Ist-Aufnahme von Prozessen und deren Aktivitäten stellt sich die Frage, wie das organisatorische Gedächtnis und somit die Beziehungen zwischen den einzelnen Gedächtnissen der Wissensträger aufgebaut sind. Damit wird konkret hinterfragt, wie die Wissensobjekte bzw. genauer die Personen in Verbindung stehen, wenn es um die Entstehung, Anwendung und Verteilung des Wissens geht. Hier unterstützt das Kommunikationsmodell durch eine Aufnahme der einzelnen Kommunikationsbeziehung sowie der eingesetzten Kommunikationsmittel.

#### **5.1.4 Potenzialanalyse und Sollmodellierung**

Innerhalb dieser Phase des Vorgehensmodells werden reflektierend auf die Anforderungen an eine adaptive Steuerung von wiGP mögliche Potenziale ermittelt. Dabei wird im Wesentlichen auf Berichtsmöglichkeiten sowie die unterschiedlichen Prozessmuster und Modellsichten von KMDL v2.2 (siehe [7], Seite 92 ff.) verwiesen. Während der Analyse ist es zielführend, die gesammelten Verbesserungsvorschläge in einer ungeordneten Liste aufzunehmen. Anschließend empfiehlt sich eine Klassifizierung anhand von definierten Kategorien. POGORZELSKA empfiehlt dazu im aktuellsten Arbeitsbericht zur Modellierungssprache KMDL v2.2 die Kategorien informationsflussorientierte, organisatorische, technische, kommunikationsorientierte und wissensorientierte Aspekte (siehe [12], Seite 48). Die gesammelten Ergebnisse der Analyse dienen nach ihrer Fertigstellung als Eingangsgröße für die Phase der Sollmodellierung, welche ebenfalls mit der Modellierungssprache KMDL v2.2 realisiert wird.

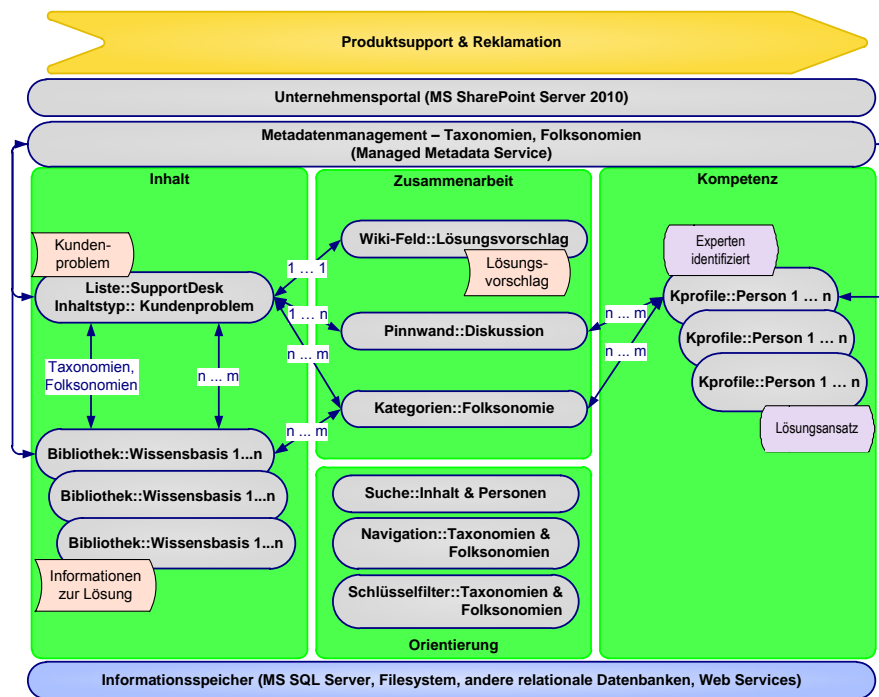
#### **5.2 Designziel Strukturierung und Klassifikation**

In der vorangegangenen Phase des Vorgehensmodells wurden je nach Prozess bzw. Aufgabe eine definierte Anzahl von Informations- und Wissensobjekten modelliert, welche in dieser Phase, losgelöst vom Prozess, als Objekt betrachtet werden sollen. Die übergebenen Informationen unterscheiden sich dabei häufig in ihrer Struktur (strukturiert, semi-strukturiert, unstrukturiert) und Ausprägung (quantitativ/qualitativ). Damit die Informationen und das tazite Wissen, welches zur Steuerung der modellierten Geschäftsprozesse und deren Aufgaben dient, in der richtigen Qualität, am richtigen Ort und zur richtigen Zeit bereitgestellt werden kann, bedarf es der richtigen Integrationsverfahren. Die Integrationsverfahren sind dabei alle von der Struktur der expliziten Information abhängig. Ein erster Schritt zur Auflösung dieser Problematik besteht darin, die modellierten Informations- und Wissensobjekte hinsichtlich ihrer Strukturen zu untersuchen, um anschließend bereits vorhandene Methoden der Integration darauf anwenden zu können. Es bedarf eines ‚Filters‘, welcher in Lage ist, anhand von definierten Merkmalen eine Einstufung des jeweiligen Informations- und Wissensobjektes vorzunehmen. Innerhalb der Modellierungsphase wurden die beteiligten Informationsquellen bereits lokalisiert und in Form von Informationssystemen oder Personen präsentiert.

### 5.3 Designziel Integration

Das Designziel ‚Integration‘ soll innerhalb dieses Beitrages anhand eines ausgewählten Ausschnittes aus einer ganzheitlichen Fallstudie beschrieben werden und beleuchtet insbesondere den Integrationsaspekt am Beispiel der aktuellen integrierten Standardsoftware „SharePoint Server 2010“ (SPS 2010) der Firma Microsoft, welche einen durchgängigen Enterprise Content Management-Ansatz vertritt. Reflektierend auf den Architekturvorschlag für integrierte Wissensmanagementsysteme gemäß RIEMPP (vgl. auch Bild 3), soll anhand von Bild 4 ein Integrationsweg für die unterschiedlichen Informations- und Wissensobjekte beschrieben werden. Ziel der Realisierung dieses Prototypens ist die Integration von unstrukturierten Informations- und Wissensobjekte entlang des Sollmodells mittels eines zentralen Metadatenmanagements.

Zur Aufnahme eines Kundenproblems wird auf Basis einer SharePoint-Liste ein Inhaltstyp ‚Kundenproblem‘ mit den bereits bekannten Attributen des Informationsobjektes ‚Kundenproblem‘ angelegt. Damit eine Integration zu den erforderlichen Wissens- und Informationsobjekten hergestellt werden kann, muss diese Liste um die erforderlichen Metadaten ergänzt werden, welche im SPS 2010 zentral und wiederverwendbar gespeichert werden (Managed Metadata Service). Als Metadaten werden in erster Linie festdefinierte Taxonomien und freie Unternehmensstichwörter (Folksonomien) verwendet. Weiterhin gebraucht die Lösung Dokumentenbibliotheken zur Speicherung der unstrukturierten Informationsobjekte (z.B. Informationsobjekt ‚Informationen zur Lösung‘). Auch diese Bibliotheken erhalten die Möglichkeit, pro Element (Dokument, Bilder, Video) die vereinbarten Taxonomien zu verwenden. Der Inhaltstyp ‚Kundenproblem‘ wird um eine weitere Spalte ergänzt, welche es erlaubt, eine Verbindung zwischen den Kundenproblemen und den gegebenenfalls vorhandenen Informationen innerhalb der Bibliotheken herzustellen. Zudem wird eine Spalte vom Typ eines Wiki-Elements in den Inhaltstyp ‚Kundenproblem‘ eingebunden, um die Kommunikation, bezogen auf ein Problem hinsichtlich eines zeitlich und örtlich unabhängigen Zugriffs zu realisieren und eine Externalisierung des Wissensobjektes ‚Lösungsansatz‘ möglich zu machen. Neben der Schaffung einer Integration auf Ebene der Informationsobjekte benötigt der Prozess noch die Integration der Wissensobjekte. Da Wissensobjekte stets an Personen gebunden sind und mehrfach vorkommen können, muss ebenfalls eine Integration über die gemeinsamen Metadaten in Form der Taxonomien und Folksonomien hergestellt werden. Dazu bedient sich das Fallbeispiel des „User Profil Service“ von SPS 2010 um alle Kompetenzprofile im Unternehmen abzubilden. Die Taxonomien werden innerhalb des Profils als Wissensobjekt verstanden und zusätzlich durch weitere Attribute (Wissensdomäne, Niveau, Ausprägung) beschrieben. Durch die Verwendung der gleichen Taxonomien für Informations- und Wissensobjekte wird somit eine ganzheitliche Integration geschaffen, welche über die integrierte Suchmaschine von SPS 2010 zusammengeführt werden können. Ab diesem Punkt kann die Konversion zur Expertenfindung und Identifizierung von relevanten Inhalten durch das ausgewählte Informationssystem erfolgen.



**Bild 4: Integrationsmodell Fallstudie**

Durch die Verwendung von Folksonomien kann zusätzlich zu den festdefinierten Hierarchien der Taxonomien eine freie und flexible Struktur an flachorganisierten Metadaten aufgebaut werden, was wiederum die Flexibilität der Lösung bewahrt. Die Funktionalitäten der „Pinnwand“ und „Kategorien“ erhöht zum einen die Effizienz der Lösungsfindung und dient zeitgleich zur Zusammenführung aller relevanten Wissens- und Informationsobjekte zu einer ausgewählten Thematik. Durch Verwendung der „Pinnwand“ in Zusammenhang mit den „Kategorien“ entsteht eine Microblogging-Anwendung, welche der zeitlich und örtlich unabhängigen Kommunikation dient und stets bezogen auf ein Problem stattfindet. Die Bereitstellung von „Navigationsfiltern“ und „Schlüsselfiltern“ erlaubt es sowohl in einer Liste, als auch in den vorhandenen Bibliotheken anhand der Metadaten effizient zu navigieren bzw. in diesen kombiniert zu filtern.

## 6 Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die hier vorliegende Arbeit einen möglichen Vorgehensmodell liefert, wie ein Unternehmen mit wiGP strukturiert umgehen kann, damit die erforderlichen Informations- und Wissensobjekte zum einen erkannt und zum anderen in den Prozess integriert werden können. Es wird aufgezeigt, dass eine bedarfsgerechte Versorgung von wiGP mit Informationen von den drei wesentlichen Dimensionen Modellierung, Strukturierung und Klassifikation sowie Integration abhängig ist. Die Verwendung von bereits erprobte Bestandteilen und Methoden aus den Fachbereichen des Wissens- und Informationsmanagements sowie der Machbarkeitsnachweis aus dem Bereich ‚Integration‘ lassen auf die Einsatzfähigkeit des Vorgehens schließen. Eine induktive Schlussfolgerung der Nützlichkeit hingegen lässt sich nur durch eine empirische Untersuchung anhand von weiteren Anwendungsfällen vornehmen. Die Beachtung der Modellevolution bzw. die Gültigkeit eines Modells in einem komplexen und hoch dynamischen Umfeld sowie die große Anzahl an beteiligten Informations- und Wissensobjekten, benötigen auch in Zukunft weitere Überlegungen.

## 7 Literatur

- [1] ALLWEYER, T.; SCHEER, A.-W.: (1995): Modellierung und Gestaltung adaptiver Geschäftsprozesse, in: IWi-Heft 115, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- [2] ABECKER, A.; HINKELMANN, K.; MAUS, H.; MÜLLER, H.-J. (2002): Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement, 1. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [3] BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMAN, M. (2008): Prozessmanagement, 6. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [4] BUCHER, T. (2008): Interaktionseffekte zwischen prozessorientierter Organisation und Informationslogistik in: TÖPFER, J.; WINTER, R. (2008): Active Enterprise Intelligence, 1. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 101-124.
- [5] FETTKE, P.; BROCKE, J. (2008): Referenzmodell, URL: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/>, Abruf am 21.01.11.
- [6] FRAUNHOFER ISST (2009): Informationen haben statt suchen: Das Leitthema Informationslogistik, in: Fraunhofer Jahresbericht 2009.
- [7] GRONAU, N. (2009): Wissen prozessorientiert managen, 1. Aufl., Oldenburger Wissenschaftsverlag, München.
- [8] MEFFERT, H.; BRUHN, M. (2006): Dienstleistungsmarketing, 5. Aufl., Gabler Verlag, Lavis.
- [9] MUTSCHLER, B. (2011): Heterogenen Wissensständen gerecht werden – mit personalisierten Informationen, in: Wissensmanagement, 02/11.
- [10] MÜLLER, A. (2009): Grundzüge eines ganzheitlichen Controlling, 2. Aufl., Oldenbourg Verlag, München.
- [11] NEUMANN, S. (2002): Workflow-Anwendungen in technischen Dienstleistungen, 1. Aufl., Logos Verlag, Berlin.
- [12] POGORZELSKA, B. (2009): Arbeitsbericht – KMDL v2.2, Arbeitsbericht, Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government.
- [13] REMUS, U. (2002): Prozeßorientiertes Wissensmanagement, Diss., Universität Regensburg, Regensburg.
- [14] RIEMPP, G. (2004): Integrierte Wissensmanagement-Systeme, 1. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [15] SCHMELZER, H. J.; SESSELMANN, W. (2008): Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, 6. Aufl., Hanser Verlag, München.
- [16] THIESSE, F. (2001): Prozessorientiertes Wissensmanagement: Konzepte, Methoden, Fallbeispiele, Diss., Universität St. Gallen, St. Gallen.
- [17] WAGNER, K. W.; PATZAK, G. (2007): Performance Excellence, 1. Aufl., Carl Hanser Verlag, München.



# Domain-Specific Languages and Digital Preservation Supporting Knowledge-Management

**Tobias Dehling**

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences,  
Albertus-Magnus-Platz, D-50923 Cologne, E-Mail: [dehling@wiso.uni-koeln.de](mailto:dehling@wiso.uni-koeln.de)

**Ali Sunyaev**

University of Cologne, Faculty of Management, Economics and Social Sciences,  
Albertus-Magnus-Platz, D-50923 Cologne, E-Mail: [sunyaev@wiso.uni-koeln.de](mailto:sunyaev@wiso.uni-koeln.de)

## Abstract

Domain-specific languages (DSLs) are languages most suitable for a specific application domain. They abandon generality to increase expressiveness and ease of use. DSLs are a useful alternative to general-purpose languages, but their appropriateness and profitableness should be carefully considered. In this paper the utilisation of DSL knowledge to improve digital preservation practices is elaborated, which leads to the following results: A DSL for emulator development reduces implementation effort and increases comprehensibility and durability. The DSL XML provides format standardisation for information stored in plain text. A DSL especially for the domain digital preservation is not practicable and digital pre-servation is better supported by the right mix of DSLs. The results are particularly interesting from a knowledge-management perspective since gathered knowledge should be preserved.

## 1 Introduction

Digital preservation “involves selecting, preserving and managing digital information in ways that promote easy discovery and retrieval for both current and future uses of that information” [4]. Keeping the data comprehensible is necessary since preserving incomprehensible data is pointless. Domain-specific languages (DSLs) could enhance comprehensibility because they increase expressiveness and ease of use [5]. However, it is still necessary to explore how knowledge about DSLs can be utilised for digital preservation.

An approach to leverage domain-specific knowledge in digital preservation could be beneficial because domain-specific languages could bear some advantages. In software-engineering, for example, the use of DSLs leads to higher productivity, efficiency, and quality, supports end-user programming, preserves insight, and supports optimisations and transformations that would be infeasible with general-purpose languages (GPLs) [14]. Furthermore, improvements in digital preservation could be rewarding in knowledge- management since the gathered knowledge or

the systems providing the information could remain useful for a longer time span. Therefore, they need to be preserved and have to remain accessible; this is the objective of digital preservation. A comprehensible definition of knowledge-management proposed by Young is: "Knowledge Management is the discipline of enabling individuals, teams and entire organizations to collectively and systematically capture, store, create, share and apply knowledge, to better achieve their objectives." [15] The knowledge-management definition underlines the relevance of digital preservation and the utility of improvements in digital preservation for knowledge-management because both disciplines have intersecting objectives: The selection, preservation and management of information/knowledge to promote easy discovery and retrieval for both future and current uses of information/knowledge.

The aim of this paper is to explore possibilities to apply DSL knowledge to digital preservation. The paper is structured as follows: In the chapter 'Domain-Specific Languages' we define and illustrate DSLs and oppose the advantages and disadvantages of using a DSL instead of a GPL. In the chapter 'DSL-Application Ideas for Digital Preservation' we propose some ideas how DSLs could be useful for digital preservation and analyse their benefits. Finally, we summarise and conclude the paper in the last chapter titled 'Conclusion'.

## 2 Domain-Specific Languages

### 2.1 Definition

DSLs provide notations and constructs most suitable for a specific application domain, which leads to substantial gains in expressiveness and ease of use in contrast to GPLs. These gains are achieved by abandoning generality to obtain expressiveness in a specific domain [5]. Due to the narrow focus of a DSL they are usually part of a larger system [8]. GPLs, on the other hand, provide a basic set of functionality which the users utilise and combine to implement their programs [2]. Such a general approach makes GPLs suitable for many different problems, but expressiveness is impeded by formal noise [13].

The following examples illustrate the rather formal description of DSLs. The OpenGL Shading Language (GLSL<sup>1</sup>) is a language that gives developers more control of the rendering pipeline. Developers can write vertex and fragment shaders to achieve better or different results than they could using OpenGLs fixed-function rendering pipeline. The GLSL is a DSL since it was developed to program the graphics processing unit (GPU) and it provides only the functionality necessary to program the GPU, like data-structures for two- to four-dimensional vectors and matrices and methods for the dot and cross product. The GLSL looks much like a typical programming language and a shader written in it looks like a program, but DSLs do not necessarily have to be programming languages. The Web Ontology Language (OWL<sup>2</sup>) is a language to represent knowledge in such form that it can be processed by machines. The OWL is a DSL designed for the domain knowledge representation. Documents written in OWL are human-readable and just slightly related to source files written in programming languages. The Hyper Text Markup Language (HTML) is a DSL, too. HTML is used for document markup. It provides markup tags which define how the resulting document, usually a web page, should look or provide meta information. Obviously, HTML has only a very distant relationship with

<sup>1</sup> For more information on GLSL see [7].

<sup>2</sup> See <http://www.w3.org/TR/owl-features> for more information on the OWL.

programming languages. Furthermore, DSLs do not have to be literal. The modern musical notation for example uses symbols to represent music in written form. It is a DSL with the domain musical notation and provides language constructs, like the G clef or a quarter note, and defines how those can be combined and interpreted.

## 2.2 Language Development

Wile proposes three DSL implementation approaches in [13], which explicate the complexity of DSL development. Language development necessarily requires the design of the language itself. A language is designed by defining its syntax and semantics. When the DSL is designed it can be implemented in various ways. It can be implemented as a new independent language, an extension of an existing language, or based on Common Off-The-Shelf (COTS) products.

To implement a new language one needs to use tools like LEX<sup>3</sup> and YACC<sup>4</sup>. With LEX the developer can create a lexical analyser that finds the tokens (words and symbols) in an input stream if they are a part of the defined language. When the input stream has been converted to a sequence of tokens, it can be used as input for a parser, which can be created with a tool like YACC. The parser checks the sequence of tokens for correct syntax and prepares the data for further processing. The proposed approach is one way of developing a tool that can read and provide the information written in an independently crafted language.

The language extension approach aims at hiding the complexity of the program from the end-user. The language is extended with new simple language constructs, which provide all the functionality commonly used in the domain. This empowers the end-users to solve their tasks by using the simple language extensions instead of writing complex code in the host language (the language that is extended). Therefore, the end-users only need rudimentary knowledge of the host language and have to know the implemented language extensions to work with the extended language in their domain.

Furthermore, the language could be created based on COTS products like Microsoft Access, Microsoft PowerPoint, or the Extensible Markup Language (XML). In order to create a language based on Access the developer has to design the relational database created with Access according to the syntax of the language. Such a relational database could be designed by creating a relation for each language construct where the relation's attributes describe the attributes of the language construct. To illustrate the usage of COTS products for language development, we propose the following example: In a fictitious DSL used to design organizational charts you could construct a relation 'POSITION', for the language construct 'position', with the attributes (ID, PARENT\_ID, EMPLOYEE\_ID, NAME, DESCRIPTION, ...). Attribute values can be restricted by SQL-statements so that the user is not able to enter invalid data like an 'EMPLOYEE\_ID' that does not exist.

There is no 'best' approach to DSL implementation. If the decision to use a DSL is made one will have to choose a way of implementation that fits the characteristics of the DSL and the expertise available in the organization. More ways of DSL implementation exist, but the three approaches described above resemble the main categories.

<sup>3</sup> See <http://dinosaur.compilertools.net/lex/index.html> for more information on LEX.

<sup>4</sup> See <http://dinosaur.compilertools.net/yacc/index.html> for more information on YACC.

### 2.3 Advantages versus Disadvantages of DSL Application

In order to decide whether it is beneficial to use a DSL instead of a GPL it is necessary to oppose advantages and disadvantages. DSLs provide domain-specific notations, which are usually not available in GPLs. Domain-specific notations are an advantage since users will be more productive if they can work using accustomed domain-specific notations. A DSL also offers analysis, verification, optimisation, parallelisation, and transformation methods, which might be unfeasible or too complex to be implemented in a GPL. Furthermore, domain-specific constructs that can only be expressed indirectly and uncomfortably in a GPL can be better expressed in a DSL since a DSL is designed to do exactly this [5]. The DSL spares the user of having to deal with the notational noise that comes with general constructs of general-purpose languages. Being able to express things concisely leads to further advantages. More things can be read at once, which increases comprehensibility. Comprehensibility is increased because relations that might have been lost in formal noise, if a GPL had been used, can be made. Additionally, increased conciseness leads to easier writing, easier writing leads to fewer clerical mistakes, and both advance productivity. The productivity is further increased because errors are expressed in domain-specific terms since the language consists of domain-specific terms. Moreover, errors expressed in domain-specific terms are easier to understand. A great advantage is that domain experts are enabled to code programs and specifications on their own since development with DSLs requires mainly domain know-how instead of programming skills [13]. Another advantage is that DSLs do not have a lot of elements like a GPL so that the runtime efficiency is not compromised by interdependencies of different elements. The implementation of the language is also quite reliable because the small scope of a DSL makes the verification of its implementation easier in contrast to a GPL [8]. Another plus is that best practices can be incorporated in DSLs, so that the users apply them without having to learn them. Just the language developers are required to implement and update the DSL accordingly.

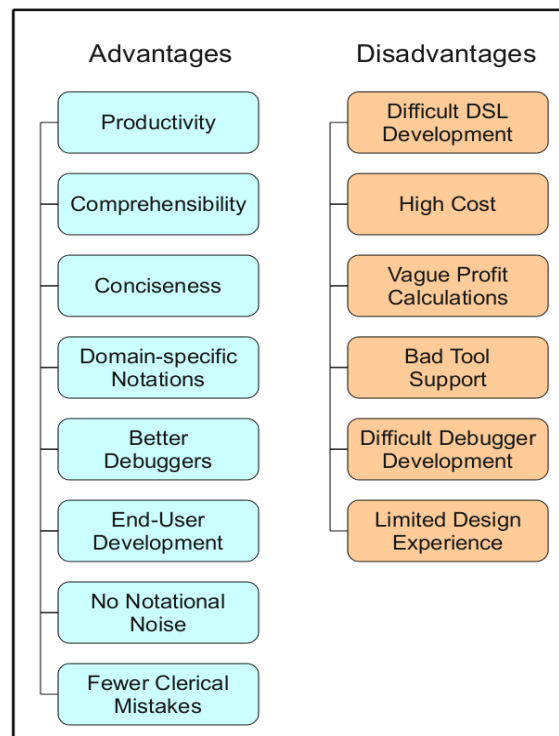


Figure 1: Advantages and disadvantages of DSLs

Disadvantages of using DSLs exist as well. DSLs are difficult to develop because language development expertise as well as expert domain knowledge is required. There are various techniques of DSL development, as described in chapter 'Language Development', which requires a thorough examination of factors influencing the achievement of the development goals to choose the right technique. Additionally, a large user community creates costly efforts for development of training material, language support, standardisation, and maintenance [5]. After all the effort for design and implementation, the DSL can still “be a bit artificial for the domain” [13]. Debugging simulations and error notification get more difficult because error messages have to be in the context of the domain instead of the programming language. There might be bad tool support for a self-designed DSL since a DSL that has been just created is unlikely to be supported by previously developed tools. Additionally, external restrictions, like support of special platforms, constrain the DSL development [13]. Furthermore, there is limited design experience for systems based on DSLs because DSLs are not as commonly used as GPLs. There are also not many enterprise resources available for DSL development since DSLs are usually part of a larger system and focused on a narrow usage domain, thus they are just entitled to access a small percentage of the resources available for the system they belong to [8].

Obviously, there are some good reasons for choosing to use a DSL instead of a GPL, but one should always consider what they want to achieve and what possibilities there are to do so. In order to write a static web-page almost everyone would choose to use HTML, which is well documented and widely used. On the other hand, you would not develop a DSL to implement some small functionality that you will only use once. Commonly used DSLs are usually a good choice since they bear a lot of the advantages but only a few of the disadvantages. Preexisting DSLs that are not as common are likely to generate more costs than commonly used DSLs because they require more training and might not do exactly what one expects. On the contrary, preexisting DSLs do not generate a lot of development costs. A self-developed DSL generates the most costs since language development is difficult, but they can also become exactly what you want them to be. DSL development is a good choice if the DSL is simple or expected to be used a lot and to solve a lot of problems. As a result, you can say that DSLs can be useful, but it should always be carefully considered whether the benefits are larger than the efforts for development and use.

### **3 DSL Application-Ideas for Digital Preservation**

#### **3.1 Durable Emulation Through a Domain-Specific Language**

Emulation durability could be enhanced by introducing a DSL for emulator development. To justify this, two approaches proposed by Rothenberg in [6] will be described and then we will suggest how these approaches could be improved by a DSL for emulator development.

Rothenberg states that many preservation strategies require the preservation of bitstreams and assumes that the bitstreams can be preserved by repeatedly copying the bitstreams on new storage media. The copying will ensure that the bitstreams remain readable. He sees emulation as a strategy that creates a new program which runs on the current hardware generation and enables the computer to perform like a computer of a previous generation in order to run any program from that generation. Emulators can be implemented on future generations of hardware, if those provide the functionality of previous generations. However, in Rothenberg's

opinion the availability of that functionality is quite plausible since the capabilities of computers “are founded on simple, universal, mathematical, and logical operations” [6], which will remain useful independent of newly added capabilities.

His first approach is called 'Chained Emulation'. In Chained Emulation an emulator for generation<sub>1</sub> hardware that runs on generation<sub>2</sub> hardware is developed. When generation<sub>2</sub> hardware is likely to be antiquated an emulator for generation<sub>2</sub> hardware that runs on generation<sub>3</sub> hardware is developed. This method is carried on for every generation<sub>n</sub> for which an emulator that runs on generation<sub>n+1</sub> is developed. In order to run a generation<sub>1</sub> software to display a generation<sub>1</sub> record (data) on generation<sub>3</sub> hardware one would run an emulator for generation<sub>1</sub> hardware in an emulator for generation<sub>2</sub> hardware that runs on generation<sub>3</sub> hardware. This way software of every generation can be used to display records made in that generation by nesting emulators inside emulators.

The second approach is called 'Rehosted Emulation'. Rehosted Emulation is quite similar to Chained Emulation, but instead of nesting emulators inside emulators, emulators are rehosted on the current hardware generation. When hardware generation<sub>3</sub> becomes obsolete, an emulator for generation<sub>3</sub> hardware that runs on generation<sub>4</sub> hardware is developed, as it is done in Chained Emulation. However, in Rehosted Emulation the emulators for generation<sub>2</sub> and generation<sub>1</sub> hardware are additionally rehosted on generation<sub>4</sub> hardware. Rehosted Emulation is beneficial when the performance loss through emulator nesting is greater than the cost for rehosting emulators.

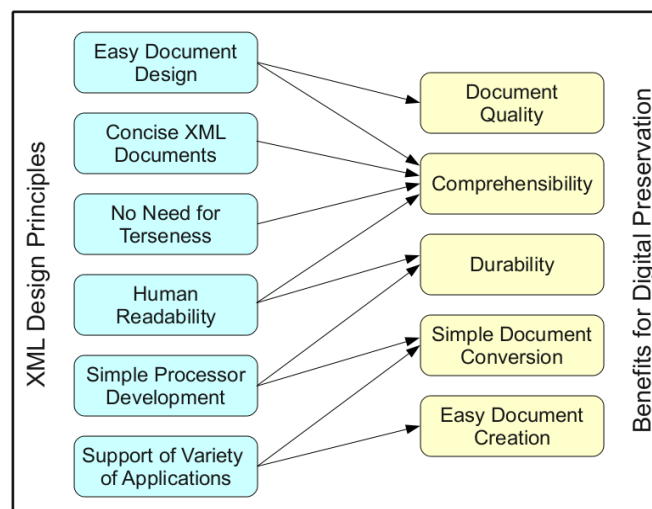
Developing those emulators is a demanding task since an emulator is not only required for every hardware generation, but as well for different computer platforms using different hardware generations. Furthermore, an emulator needs to work correctly. Otherwise, data might be lost if a future emulator needs a previous emulator to access old data. Since emulators are viewed as black boxes, there is not much that can be done if an old emulator, which is necessary for Chained Emulation, encounters an error. To facilitate emulator development Rothenberg mentions two techniques. The use of a virtual machine for running emulators and the development of emulators “in a single, standardized language that is well formalized and semantically rigorous” [6]. The second approach, the development in a single language, sounds like the use of a DSL for emulator development. In the remainder of the paragraph, the usefulness of a DSL for development of emulators for the emulation strategy will be elaborated. As mentioned earlier, the emulation strategy requires a lot of emulators. There is at least one emulator for every important platform available in hardware generation<sub>n</sub> to all important platforms in the previous hardware generation<sub>n-1</sub>. With emulators developed in a DSL the effort would be reduced since only one emulator implementation and one implementation of the DSL would be necessary for every important platform of every hardware generation. Furthermore, it is not necessary to implement the DSL on every platform. If the DSL is correctly implemented on one platform of the current generation and emulators developed in the DSL can be executed on this platform, they should run with other implementations of the DSL as well. They should run with other implementations as well since the implementations only provide the functionality required by the DSL for a specific computer platform. A further advantage of using DSLs is that DSLs are human readable. Therefore, emulator specialists are more likely to fix an old emulator that stopped working for some reason, than if they have to understand source code in a GPL that might not be used any longer. The decreased implementation effort increases emulation durability because less required effort leads to less errors and leaves more time to focus on

software quality. Development in a single DSL for emulator development increases durability because there will never be emulators written in a 'forgotten' language, which would be hard to maintain and debug. Furthermore, developers will always be able to understand source code of already implemented emulators easily in order to fix errors, learn or reuse code. Best practices for common tasks encapsulated in the DSL itself improve quality and durability as well. Obviously, enhancement of the emulation strategy through a DSL is beneficial for knowledge-management if the emulation strategy is used for the preservation of information objects relevant for knowledge-management. Using the emulation strategy for digital preservation in knowledge-management is for example favorable when information objects / knowledge is not accessible otherwise, when it is possible that transformation will result in a loss of knowledge, or when transformation is too expensive.

Supposing Rothenberg is right in assuming that a future computer will provide "all the logical functions that the old computer performed" [6], it should be possible to maintain a DSL for emulator development. Such a DSL can be maintained since it has to support a growing amount of functionality but does not have to deprecate language constructs, which would prohibit execution of emulators using these constructs. Therefore, the durability of emulation can be enhanced through the application of a DSL for emulator development.

### 3.2 Facilitation of Format Standardisation with XML

Format standardisation is useful for digital preservation because standardized file formats provide good interoperability and interchangeability, there is good tool support for developers since standards are widely used, and standards are probably longer in use than non standard solutions. The DSL XML<sup>5</sup> is such a standard, which is continuously becoming more popular [3].



**Figure 2: Relationship between XML design principles and benefits for digital preservation**

XML is a markup language for creating documents that are human- and machine-legible. XML documents contain the information that should be stored in the document and additional markup tags that define the structure of the document. The tags are not predefined and have to be defined by the developer. Therefore, XML is a meta-language that can be used to define an arbitrary language for representing textual information [9]. XML seems to be useful for digital

<sup>5</sup> For a short introduction to XML see [9], p. 21-44.

preservation since the design goals of XML fit the needs of format standardisation and digital preservation (see figure 5). The relevant design principles are the support of a variety of applications, easy development of applications that process XML, easy design of XML documents, conciseness of XML documents, easy creation of XML documents, no need for terseness in XML documents, and XML documents should be human-legible and reasonably clear [11]. The support of a variety of applications aids digital preservation because applications for digital preservation that produce records to be preserved can store the records directly in XML and other formats can be easily converted to XML. The easy development of XML processors is useful because it makes more likely that XML processors can be generated on future hard- and software generations. The easy creation of XML documents is beneficial since plain text editors are more likely to be available in the future than some complex editing software. Furthermore, the easy creation shifts the focus of the archiving process, along with the easy design, more to the stored data than to the creation of the document itself. The design additionally aids in the understanding of the content because it is not necessary to comprehend some complex file format in order to extract the stored information. The fact that XML documents are human-legible further aids in the understanding since no software needs to be archived along with the record and the data can be evaluated directly in contrast to relying on the correct representation by some application. Since terseness is not required, meaningful tag names like for example 'accountnumber' can be used instead of abbreviations like 'anum'. The clearness and conciseness of XML support the understandability as well. The successful use of XML depends of course on human action. It is important that the quality of the created documents is controlled because documents heavily violating the design principles are not of much use. However, human action should be manageable and is assisted by XML Schema (XSD<sup>6</sup>). XSD is a DSL which is used to define a set of rules to which an XML document must conform [9]. XSD enables the developer to ensure at least some degree of document quality by defining the rules accordingly.

Since XML documents are plain text files, they are suitable to preserve information that can be stored as plain text. For other information like images XML could just be used to store some information how the image data is to be interpreted, but the main capability of XML concerning digital preservation is the format standardisation for plain text files. A Dutch research project [10] has tested the capability of XML to store different record types. The results are that XML is suitable for storing the context, content, structure, and behaviour of text documents. In combination with a stylesheet<sup>7</sup>, XML is also able to reproduce the appearance. Spreadsheets could also be represented smoothly with XML. Since the format of e-mails is standardized, they have a sender, recipient, subject, content, etc., e-mails can be easily represented with XML; it is just necessary to define matching XML tags. XML was also found suitable to represent whole database systems<sup>8</sup>. In order to be able to represent the appearance of the user applications it was additionally necessary to store the technical and functional documentation of the database. These results back the implications derived from the XML design principles and show that XML is useful for preserving information that can be represented with plain text. Knowledge-Management can benefit from the enhancement of digital preservation through format standardisation with XML: The ability to concisely capture, store, preserve, and easily share digital information facilitates the activities of knowledge-management.

<sup>6</sup> For a short introduction to XSD see [9], p. 57-69.

<sup>7</sup> A stylesheet is an additional document that defines how a XML document should be displayed.

<sup>8</sup> In this case whole database system means the database, the database management system and user applications.



### 3.3 A Domain-Specific Language for Digital Preservation

A DSL tailored to the domain digital preservation, which could diminish the problems arising in digital preservation, would be advantageous. The idea assessed in this chapter is the development of a DSL especially for the domain digital preservation. Obviously, DSLs cannot be used to vanquish the physical deterioration of storage media, but there might be a DSL that makes digital preservation easier. Unfortunately, it is quite difficult to devise the design and task of such a language.

The problem is that information objects that are valuable enough for preservation are created by companies in many different industries, by different governments, by the scientific sector, by individuals, etc.. These organizations and individuals creating information objects have all different needs and expectations regarding digital preservation. A musical masterpiece like Beethoven's Symphony No. 9, for example, has to be preserved for many generations to come since it is a part of the cultural heritage. Additionally, it should be stored along with the lyrics, which are based on a poem by Schiller, as well as some good recordings and it should be easily accessible by everyone. On the other hand, a record regarding insurance details of a client has to be kept for just a few decades. An insurance record can most likely be represented in plain text and not some musical notation and contains no binary data like musical recordings. Furthermore, the access to the data must be restricted to those people who have the privileges to view it. After some years have passed and the insurance company is no longer obligated to preserve the records preservation of the insurance record becomes fairly unimportant. It might still be used to gather knowledge about market development or might be interesting for some future generation to analyse past economic systems, but the initial reason for archiving, the obligation by law, is gone. Then again, an arcade game like Pong should be preserved too since it is one of the first video games and contributed notably to the popularity of video games. However, it is an application and requires emulation, reimplementation or some other preservation strategy to be preserved.

These examples show that information objects are quite different and their preservation has to meet diverse requirements. Some consist of plain text, some of binary data, some require restricted access, some should be accessible by everyone, some have to be kept according to laws, some are just of personal value, some should be known by future generations, some might be only interesting in the next 50 years, some should be preserved as long as possible, etc.. Thus, information objects can be quite different, which requires different digital preservation approaches to meet the different preservation needs in a satisfactory way. Therefore, it is not feasible to define a DSL for the domain digital preservation. A DSL which is designed to aid in the preservation of plain text (insurance records) like XML is not useful for the preservation of applications (Pong), which would be better supported by a DSL for emulator development, or a DSL for program specification. As stated above, DSLs are designed to provide expressiveness and ease of use for a domain by abandoning generality and having a narrow focus. Accordingly, a DSL suitable for supporting all the different tasks and requirements of digital preservation would not fit the definition of domain-specific languages. Previously, we illustrated that DSLs can support digital preservation tasks usefully, but creating a single DSL for digital preservation is not a good solution. Digital preservation is better supported by a collection of DSLs tailored for specific tasks.

## 4 Supporting Knowledge-Management

In [12], Walsh and Ungson established through a literature review that too much focus on preserved knowledge can lead to disregard for present circumstances, which could worsen the performance of an organisation. On the other hand, they determined that preserved knowledge can improve the performance of an organisation because it can improve the understanding of a situation and ease handling of a situation by retaining previously successful or unsuccessful courses of action in similar situations. Hence, given that present circumstances are not disregarded, it is useful to preserve knowledge in order to improve the performance of an organisation. In [1], Alavi and Leidner present different perspectives on knowledge that lead to different implications for knowledge-management. However, whether it is argued that knowledge exists only in the mind of an individual, can be codified and stored, is a process of applying know-how, or that knowledge is a capability to influence future action, we posit that to some degree it is useful to store information/knowledge. For the sake of clarity, we will adopt the postulate of Alavi and Leidner that “information is converted to knowledge once it is processed in the mind of individuals and knowledge becomes information once it is articulated and presented in the form of text, graphics, words, or other symbolic forms” [1]. Thus, from this perspective preservation of information leads to the preservation of knowledge because the preserved information can be converted to knowledge.

Combination of both arguments implicates that it is useful to preserve information so that the information can be converted to knowledge if necessary. Consequently, digital preservation, which, as stated above, entails managing and preserving information to ensure easy discovery and retrieval of the information in present and future situations [4], can support knowledge-management. Employment of digital preservation techniques in knowledge-management is beneficial to ensure that knowledge based on digital information remains accessible over time. Efforts put into the compilation of knowledge should not be rendered useless just because digital information cannot be accessed, read, or interpreted anymore. Furthermore, in addition to their utility for digital preservation by enhancing the emulation strategy or facilitating format standardisation, DSLs provide direct support for knowledge-management. Through the domain context, which increases expressiveness [5], and the capabilities for concise expression, good comprehensibility and avoidance of clerical mistakes [13], DSLs provide direct support for knowledge-management by, for example, avoiding ambiguity or easing conversion of knowledge to information and processing of information to knowledge.

In cases where knowledge cannot be converted to digital information or knowledge might be lost during conversion, digital preservation techniques and DSLs are not of much use for knowledge-management. However, for knowledge that can be converted to information in an adequate way, appropriateness and profitableness of digital preservation techniques and utilisation of DSLs should be considered to ensure that knowledge is not lost and can be better renewed from digital information.

## 5 Conclusion

In conclusion it has to be said that DSLs can be useful for digital preservation and can make digital preservation tasks easier, but the use of a DSL is no magic bullet so that the appropriateness and profitableness of using a DSL should be carefully considered. DSLs are tailored to a specific application domain and provide expressiveness and ease of use by

abandoning generality. They can be designed to fit individual needs or be popular and widely-used (e.g. HTML). DSLs can be implemented as new languages, language extensions, or can be created with COTS products. In contrast to GPLs, DSLs provide a lot of advantages that outbalance the disadvantages of DSLs in many cases. They are human-legible, use domain-specific notations, provide better expressiveness, increase ease of use, productivity, conciseness, and comprehensibility, and enable end-user development. On the other hand, development of DSLs is difficult since language development expertise as well as expert domain knowledge is required, development of training material, language support, standardisation, and maintenance are costly, there might be bad tool support, and developers are usually more familiar with developing using a GPL.

A DSL for emulator development could enhance the emulation strategy by reducing the necessary effort. The DSL XML is useful for digital preservation because it can support preservation tasks by providing format standardisations for information stored in plain text files. XML could be helpful for archiving binary data (e.g. video, audio) by providing meta-data how the bitstreams should be interpreted, but it is most useful for archiving plain text data. Although digital preservation can be considered a domain there is no DSL supporting digital preservation in general since digital preservation entails too many diverse tasks and fields of action.

In summary, this shows that DSLs are an object for consideration in digital preservation projects. Accordingly, their application can be rewarding in knowledge-management to improve preservation of knowledge encapsulated in digital information, to keep that knowledge retrievable, and to enhance expressiveness, conciseness and comprehensibility of the digital information. DSLs can be useful as long as their application is considered carefully so that they fit the tasks to be done and the objectives to be achieved. DSLs should just not be used blindly. As long as they are used in the right way they can unfold huge potential for the improvement of digital preservation.

## 6 Bibliography

- [1] Alavi, M.; Leidner, D. (2001): Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. In: MIS Quarterly 25(1):107-136 <http://knol.google.com/k/knowledge-management-back-to-basic-principles>.
- [2] Landin, P. (1966): The next 700 Programming Languages. In: Communications of the ACM 9(3):157-166.
- [3] Lee, K. et al. (2002): The State of the Art and Practice in Digital Preservation. In: Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology 107(1):93-106.
- [4] Madnick, S. et al. (2009): Overview and Framework for Data and Information Quality Research. In: Journal of Data and Information Quality 1(1):1-22.
- [5] Mernik, M.; Heering, J.; Sloane, A. (2005): When and how to develop domain-specific languages. In: ACM Computing Surveys 37(4):316-344.
- [6] Rothenberg, J. (2002): Preservation of the Times. In: The Information Management Journal 36(2):38-43.
- [7] Rost, R. et al. (2009): OpenGL Shading Language. Addison Wesley.
- [8] Spinellis, D. (2001): Notable design patterns for domain specific languages. In: Journal of Systems and Software 56(1):91-99.
- [9] Steyer, R. (2005): XML mit Java. Professionell einsteigen. n.p.
- [10] Slats, J.; Verdegem, R. (2004): Practical experiences of the Dutch Digital Preservation Testbed. [http://www.archief.nl/sites/default/files/docs/kennisbank/article\\_in\\_vine\\_2004 .pdf](http://www.archief.nl/sites/default/files/docs/kennisbank/article_in_vine_2004.pdf); retrieved 09.01.2011.
- [11] W3C (2008): Extensible Markup Language (XML) 1.0. <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126>; retrieved 06.01.2011.
- [12] Walsh, J.; Ungson, G. (1991): Organizational Memory. In: The Academy of Management Review 16(1):57-91.
- [13] Wile, D. (2001): Supporting the DSL Spectrum. In: Journal of Computing and Information Technology 9(4):263-287.
- [14] Wile, D.; Ramming, J. (1999): Guest Editorial: Introduction to the Special Section. In: IEEE Transactions on Software Engineering 25(3):289-290.
- [15] Young, R (2008): Knowledge Management – Back to Basic Principles. <http://knol.google.com/k/knowledge-management-back-to-basic-principles>; retrieved 19.08.2011

# **Technologien und ihre Bedeutung für das Wissensmanagement am Beispiel der Geovisualisierung**

**Franz Lehner**

Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik II, 94032 Passau,  
E-Mail: franz.lehner@uni-passau.de

**Nadine Amende**

Universität Passau, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik II, 94032 Passau,  
E-Mail: nadi-ne.amende@uni-passau.de

## **Abstract**

Die Bedeutung der IT für ein erfolgreiches und wirksames Wissensmanagement steht außer Zweifel. Vor allem die Informationssuche ist eine der zentralen Aufgaben des Wissensmanagements. Der Einsatz von nachweisbar effektiven und effizienten Technologien spielt daher eine wichtige Rolle. Die Methode der Geovisualisierung kann einen Beitrag zur Verbesserung der Informationssuche leisten. Ergebnisse einer Think-Aloud-Studie zur Nutzenbewertung der Geovisualisierung für die Informationssuche zeigen, dass diese als nützlich bewertet werden. In weiteren experimentellen Untersuchungen sollen valide Aussagen zum Nutzen und damit zum Potential der Geovisualisierung getroffen werden.

## **1 Bedeutung der IT für die Aufgaben des Wissensmanagements**

Wissensmanagement ist in seiner Bedeutung für Unternehmen inzwischen allgemein akzeptiert und auch als Managementdisziplin aus seinen Anfängen herausgewachsen. Man findet für das betriebliche Wissensmanagement sehr unterschiedliche Gestaltungsvorschläge die von einem prozessorientierten Wissensmanagement über themenorientiertes Wissensmanagement (zum Beispiel Konzentration auf CRM, SCM u. ä.), Wissensmanagement als Synonym für organisatorisches Lernen oder Innovationsmanagement bis hin zu einem technologieorientierten Verständnis von Wissensmanagement (Fokussierung auf die Implementierung von Informationssystemen zur Unterstützung der Wissensspeicherung, Verteilung etc.) reichen [4].

Die Bedeutung der IT für ein erfolgreiches und wirksames Wissensmanagement steht dabei außer Zweifel. Die Wahrnehmung der vielfältigen Aufgaben eines zielgerichteten, systematischen Wissensmanagements und in Verbindung damit die Pflege und Entwicklung der organisationalen Wissensbasis ist ohne IT-Unterstützung nicht mehr denkbar. Aufgrund der Komplexität und

Vielfalt der Aufgaben des Wissensmanagements hat sich in den vergangenen Jahren ein umfangreiches Angebot an softwaretechnischer Unterstützung entwickelt. Der Versuch einer Systematisierung der IT-Unterstützung führt nach [4] zu einer Unterteilung in die drei folgenden Ebenen:

- Basistechnologien,
- spezialisierte Werkzeuge und Systeme für das Wissensmanagement und
- vollständige Wissensmanagementsysteme.

Hinzuweisen ist mit Blick auf die Rolle der IT für das Wissensmanagement allerdings auf zwei kontrastierende Grundeinstellungen. Im ersten Fall wird die Technologie als Hilfsfunktion für die eigentliche Wahrnehmung der Wissensmanagementaufgaben angesehen, im zweiten Fall wird die Beschäftigung mit Technologien zur eigentlichen Kernaufgabe des Wissensmanagements erklärt und Wissensmanagement mehr oder minder mit der Implementierung einer technischen Lösung gleichgesetzt. Beide Grundpositionen führen in der Praxis zu unterschiedlichen Lösungen, deren Vor- und Nachteile an dieser Stelle nicht vertieft werden sollen.

Der vorliegende Beitrag stellt die Geovisualisierung als spezialisiertes Werkzeug für die Informationssuche, einem zentralen Gegenstandsbereich des Wissensmanagement, vor. Da die Investitionsbereitschaft in der Praxis gewöhnlich von der erwarteten Wirkung bzw. von einem realisierbaren Nutzen abhängt, besteht das Forschungsziel in einer Nutzenbewertung der Geovisualisierung. Im Folgenden sollen erste Ergebnisse der Möglichkeiten und des Potenzials aus einer Vorstudie präsentiert und das weitere Vorgehen zur systematischen Nutzenbewertung vorgestellt werden.

## 2 Nutzung der Geovisualisierung bei der Informationssuche

Der Umgang mit Informationen ist nach wie vor eine der Herausforderungen für das Management und somit eine zentrale Aufgabe des Wissensmanagement. Viele Unternehmen beklagen, dass Mitarbeiter viel Zeit in die Verwaltung und die Suche von vor allem semi-strukturierten Informationen wie Dokumenten, Webseiten, Multimediadaten, investieren [12]. Probleme bei der Informationssuche bereitet vor allem die Informationsüberflutung. Durch die stetig wachsende Informations- und Wissensmenge, ist der Anwender kaum in der Lage die für ihn geeigneten Informationen herauszufiltern. Die Ursachen dafür sind zum Einen fehlende Kompetenzen für die Bedienung der Suchsysteme und zum Anderen eingeschränktes Wissen über das Ziel seiner Suche und die eigenen Bedürfnisse [7]. Dementsprechend bedarf es des Einsatzes von effektiven und effizienten Technologien, um die Anwender beim Prozess der Informationssuche zu unterstützen.

Die Methoden der Informationsvisualisierung, zu denen die geographische Informationsvisualisierung (kurz: Geovisualisierung) gehört, können bezüglich der Informationssuche einen wichtigen Beitrag leisten, da sie komplexe und große Mengen von Informationen gezielt verarbeiten und strukturiert aufbereiten.

„Information visualization is the use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition.“ [2]

Nach Card et al. besteht das Ziel der Informationsvisualisierung darin, abstrakte Informationen strukturell aufzubereiten und grafisch darzustellen, um die Wahrnehmung zu unterstützen. Die durch die Visualisierung geschaffene Reduktion der dargestellten Informationen erlaubt sowohl

einen abstrakten Überblick über die gesamte Informationsmenge, als auch die Detailansicht. Visualisierungskonzepte wie Baum und Netzstrukturen ermöglichen die Navigation in der Informationsmenge und somit das explorative Entdecken auch vorher nicht bekannter Suchziele [10].

Die Geovisualisierung, als ein Teilgebiet der Informationsvisualisierung, basiert auf der Nutzung geographischer Karten (kurz: Geokarten) als Visualisierungsmetapher. Infolge der technologischen Weiterentwicklung des World Wide Web ist die Erstellung von Geokarten und deren Verknüpfung mit jeglicher Art von Information relativ einfach möglich, so dass zunehmend Anwendungen in diesem Bereich entstehen. Aktuelle Projekte wie das europäische Satellitennavigationssystem Galileo und europaweite Initiativen zur Schaffung einer einheitlichen Geodateninfrastruktur (INSPIRE), bestätigen diesen Trend. Geokarten ermöglichen im Gegensatz zu abstrakten Visualisierungsmetaphern wie Baum- oder Netzdarstellung ein intuitives Verständnis beim Anwender. Ein großes Potenzial für den Einsatz in Unternehmen ergibt sich dadurch, dass mehr als 80% der Unternehmensdaten raumbezogene Merkmale aufweisen [13], z. B. Ortsangaben, Adressen oder Koordinaten, und dadurch in Beziehung gesetzt und auf einer Geokarte verankert und visualisiert werden können. Das kann zu einer verbesserten Integration heterogener Datenbestände führen und somit die Informationssuche unterstützen. Die Visualisierung von Suchergebnissen auf der Geokarte kann zudem einen intuitiven und damit auch effizienteren und effektiveren Zugang zur dahinter liegenden Informationsmenge ermöglichen.

Die Nutzung geographischer Karten zur Visualisierung von Zusammenhängen ist nicht neu. Tabelle 1 zeigt traditionelle Anwendungsbereiche, die vor allem im Bereich der öffentlichen Verwaltung, Standort- oder Vertriebsplanung zu finden sind [1]. Hier werden vor allem strukturierte Daten, meist unter Verwendung eines Geographischen Informationssystems (GIS), mit räumlichen Merkmalen analysiert, z. B. Darstellung und Analyse von CO<sub>2</sub>-Emissionen in verschiedenen Regionen oder die geographische Verteilung von Stromleitungen zur Planung der Abdeckungsleistung [5]. Mit der Geovisualisierung im Marketing, in der Logistik oder im Vertrieb können z. B. Kundendaten und Absatzzahlen geographisch analysiert werden, um diese als Grundlage für die Standortplanung, Vertriebsgebietsplanung oder Marketingmaßnahmen zu nutzen.

Traditionelle Anwendungsbereiche	Neuere und potentielle Anwendungsbereiche
Bau-/Katasteramt	Restaurant-/Hotel-/Immobilien-/Arztsuche (Anzeige verschiedener Informationen: Öffnungszeiten, Nutzerbewertungen, Webseite)
Raum- und Städteplanung	Planung und Anreicherung von Erlebnistouren, Wandertouren mit Zusatzinformationen
Ver- und Entsorgung	Anzeige von Nachrichten
Umweltschutz	Suche nach geeigneten Kooperations- oder Forschungspartnern
Wasser-/Energiewirtschaft	Jobsuche
Land- und Forstwirtschaft	Projektverwaltung (z. B. Dokumente und Konstruktionspläne zu Bauvorhaben, Berichte und Fotos zu polizeilichen Tatorten)
Wetterdienst und Klimaforschung	Koordination der Zusammenarbeit (z. B. Rettungskräfte, Katastrophenschutz)
Zivil- und Katastrophenschutz	
Standortplanung	
Vertriebsgebietsplanung	
Marktbeobachtung (Absatzstatistiken und demographische Daten)	

**Tabelle 1: Beispiele für traditionelle und neuere Anwendungsbereiche der Geovisualisierung**

Mit dem Aufkommen neuer Internetdienste wie Google Maps, Google Earth oder Microsoft Bing Maps, finden sich neuere Anwendungen bzw. sind weitere Anwendung denkbar. So ist im Tourismusbereich die Visualisierung von Hotels oder Restaurants mit Zusatzinformationen, Bildern und Nutzerbewertungen für Privatanwender auf einer Geokarte hilfreich. Die Suche nach Immobilien oder Jobs könnte über eine intuitive Präsentation der Suchtreffer auf einer Geokarte vereinfacht werden. Im Rahmen einer Kooperation oder eines internationalen Projektes könnten alle Informationen, wie Fotos, Pläne und Gutachten, mit den Standorten auf der Geokarte verknüpft und visualisiert werden.

Bild 1 zeigt die Informationssuche nach wissenschaftlichen Artikeln auf der Webseite des Springerverlags. Forscher können hierdurch die Aktivitäten und regionalen Schwerpunkte der Forschungscommunity sehen und nach geeigneten Forschungspartnern suchen.



**Bild 1:** Informationssuche nach Wissensmanagementartikeln des Springerverlags

### 3 Forschungsvorgehen

Mit der Entwicklung der Informationsvisualisierung als eigenständiger Forschungsdisziplin ab Mitte der 90er Jahre existieren zwar viele Informationsvisualisierungstechniken und -tools, eine weitgehende Verbreitung und Nutzung dieser fehlt. Die noch geringe Durchdringung der Unternehmenspraxis mit Visualisierungstools lässt sich zum Einen auf die fehlende intuitive Bedienbarkeit bzw. das fehlende visuelle Verständnis bei den Benutzern und zum Anderen auf fehlende Instrumente zur Nutzenbewertung der Visualisierungstools zurückführen [11]. Unternehmen wollen für ihre Investitionen einen Erfolgsnachweis. Es ist daher wichtig, den Nutzen eines Visualisierungstools (i. w. S. Informationssystems) und dessen Einflussfaktoren zu analysieren und zu verstehen.

Um das Forschungsziel der Nutzenbewertung der Geovisualisierung für die Informationssuche bei semi-strukturierten Daten zu erreichen und den aktuellen Stand der Literatur zu ermitteln, wurde von den Autoren zunächst eine systematische Literaturrecherche durchgeführt [8]. Hierbei wurden bisherige empirische Studien hinsichtlich



- der untersuchten Informationsvisualisierungstechniken,
- der Verwendung theoretischer Nutzenmodelle zur Bewertung der Visualisierungstechniken u. a. DeLone/McLean Success Modell, Task-Technology-Fit-Modell (Goodhue), Cognitive-Fit-Modell (Vessey) und Technology-Acceptance-Modell (Davis),
- der Einflussfaktoren und Metriken zur Messung des Nutzens und
- des Forschungsdesigns der jeweiligen Studien analysiert und ausgewertet.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche zeigen, dass Geokarten im Bereich der Informationssuche, d. h. zur Visualisierung der Suchtreffer oder zur Navigation in einer Informationsmenge bisher nicht untersucht wurden. Die Verwendung theoretisch fundierter Nutzenmodelle zur systematischen Analyse des Nutzens ist gering. Eine umfangreiche Betrachtung möglicher Einflussfaktoren neben Visualisierungsart und Suchaufgabenkomplexität findet, ebenso wie die Verwendung weiterer endogener Variablen wie Zufriedenheit oder Freude, nicht statt. Aufgrund der bisher geringen Untersuchung der Forschungsfrage soll deren Relevanz mit Hilfe einer Think-Aloud-Studie eingeschätzt werden. Die Ergebnisse der Think-Aloud-Studie sollen Hinweise für die Gestaltung eines Prototyps und die Planung eines Experimentalsettings liefern. Auf Basis eines gewählten Nutzenmodells sollen fundierte und theoriegeleitete Laborexperimente durchgeführt werden.

## 4 Ergebnisse einer Think-Aloud-Studie

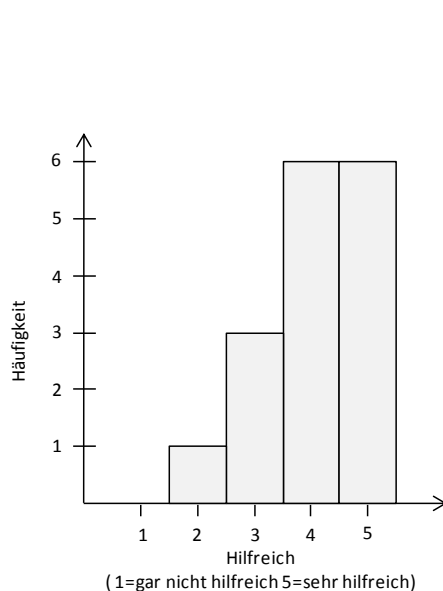
Die Think-Aloud-Methode findet zunehmend Anwendung im Bereich der Human-Computer-Interfaces-Forschung [9]. Die Probanden werden beobachtet, während sie ein Tool verwenden und vorgegebene Aufgaben durchführen. Dabei müssen sie ihre Vorgehensweise sowie Gedanken und Anmerkungen laut verbalisieren, damit dann das Verhalten und die Bedürfnisse analysiert werden können [3].

In der von den Autoren durchgeführten Think-Aloud-Studie zur Untersuchung der Geovisualisierung, wurde das Szenario Immobiliensuche gewählt. Das Szenario ist aufgrund einer alltagsnahen Situation für eine große Anwendergruppe nachvollziehbar und damit gut geeignet. Es umfasst die Suche und Analyse semi-strukturierter Immobilienbeschreibungen, wobei ein räumlicher Bezug mittels Adress- und Koordinatendaten hergestellt wird. Die große Anwendergruppe ermöglicht später die fundierte Analyse in einem Laborexperiment.

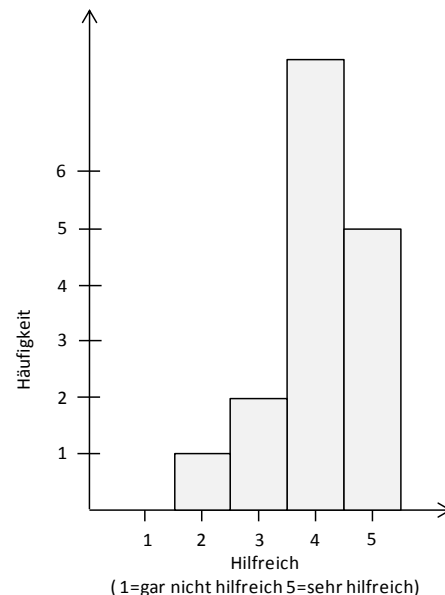
16 Probanden hatten die Aufgabe nach einer für ihre Ansprüche geeigneten Wohnung mittels Immobilien-Internetportal zu suchen. Die Suchtreffer wurden mit der üblichen Listenvisualisierung dargestellt. Im Anschluss beantworteten die Teilnehmer Fragen auf einer 5-stufigen Likert-Skala zur Relevanz allgemeiner Suchkriterien wie Mietpreis, Wohnfläche etc. und raumbezogener Kriterien, z. B. Stadtteil, Straße, Lage, Umgebung, Entfernung sowie zur Relevanz von Geokarten für die Immobiliensuche, die Zufriedenheit mit aktuellen Suchportalen und dem möglichen Effektivitäts- und Effizienzgewinn bei Verwendung von Geokarten.

Die Ergebnisse der Verhaltensbeobachtung zeigen, dass der Großteil der Probanden während der Suche Informationen zur Lage (13 Probanden), zur Entfernung zu einem bestimmten Platz wie der Arbeitsstelle (12 Probanden), oder zur Umgebung (11 Probanden) benötigten, um die Relevanz der Suchtreffer einzuschätzen. Diese Informationen waren jedoch nicht direkt bzw.

nicht intuitiv verfügbar. 8 Probanden nutzten die Stadtteilauswahl als Suchkriterium. Die Ergebnisse der Befragung zeigen zudem, dass die Kriterien Stadtteil, Umgebung, Lage und Entfernung mit jeweils 10 Nennungen als wichtig oder sehr wichtig eingeschätzt wurden. Auf die Frage wie hilfreich eine Geokarte für den Überblick über alle Suchergebnisse ist, äußerten 12 Probanden dies sei hilfreich oder sehr hilfreich (vgl. Bild 2a). Die Frage wie hilfreich eine Geokarte zum Vergleich und zur Auswahl der Suchergebnisse ist, wurde kumuliert mit 13 Nennungen als hilfreich oder sehr hilfreich bewertet (vgl. Bild 2b).

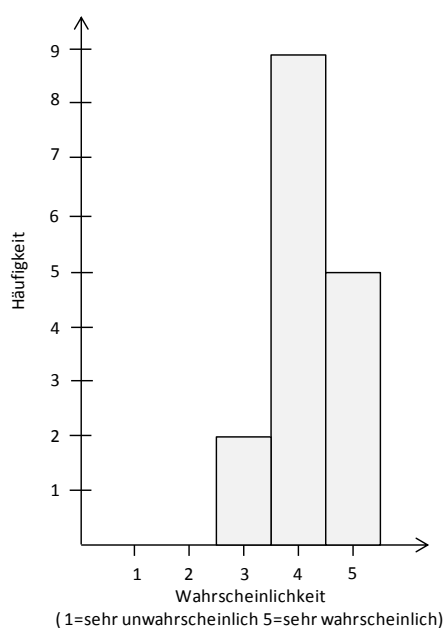


**Bild 2a: Überblick über alle Suchtreffer**

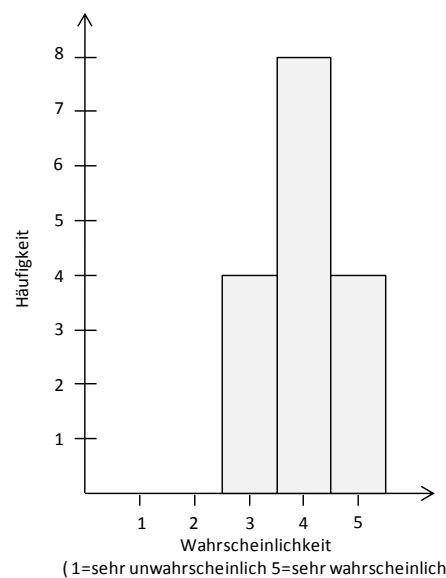


**Bild 2b: Vergleich und Auswahl von Suchtreffern**

Bei Nutzung einer Geokarte halten 14 Probanden eine verbesserte Wohnungsauswahl für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich (vgl. Bild 3a). 12 Probanden halten einen reduzierten zeitlichen Aufwand für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich (vgl. Bild 3b).



**Bild 3a: Effektivität der Suche**



**Bild 3b: Effizienz der Suche**

Die Ergebnisse der Vorstudie zeigen das mögliche Potenzial der Geovisualisierung zur Unterstützung bei der Informationssuche auf. Die intuitivere Visualisierung der Suchtreffer auf einer Geokarte kann zu mehr Zufriedenheit, Effektivität und Effizienz bei der Informationssuche führen. Eine Begründung der Forschungsfrage ist damit gewährleistet.

## 5 Fazit und Ausblick

Die Bedeutung der IT ist gerade im Bereich der Informationssuche als Teilaufgabe des Wissensmanagement sehr groß. Unternehmen beklagen häufig den hohen Zeitaufwand ihrer Mitarbeiter für diesen Zweck. Die Ergebnisse der Think-Aloud-Studie zeigen, dass die Geovisualisierung aufgrund der intuitiven und abstrakten Präsentation der Informationen den Suchprozess und die Nutzerzufriedenheit verbessern kann. Zukünftige Forschungsarbeit ist die systematische Analyse auf Basis von bewährten Nutzenmodellen wie dem DeLone/McLean-Erfolgsmodell für eine valide Analyse des Nutzens [6] der Geovisualisierung und verschiedener Einflussfaktoren im Bereich der Informationssuche. Die Ergebnisse der Think-Aloud-Studie dienen hierbei der konkreten Spezifikation der durchzuführenden Laborexperimente. Ziel ist es valide Aussagen zum Nutzen der Geovisualisierung für die Informationssuche zu treffen und wissenschaftlich fundierte Nutzenmodelle auf die Forschungsdisziplin der Informationsvisualisierung anzuwenden.

## 6 Literatur

- [1] Buhmann, E.; Wiesel, J. (2005): GIS-Report 2004 - Software Daten Firmen, Bernhard-Harzer-Verlag, Karlsruhe.
- [2] Card, S.; Mackinlay, J.; Shneiderman, B. (1999): Readings in Information Visualization: Using Vision to Think, Morgan Kaufmann.
- [3] Ericsson, K. A.; Simon, H. A. (1984): Protocol Analysis: Verbal Reports as Data, Bradford Books/MIT Press, Cambridge.
- [4] Lehner, F. (2009): Wissensmanagement. Grundlagen, Methoden, technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Verlag, München.
- [5] Frühling, J.; Steingrube, W. (1997): Hinweise zur Konzeption, Gestaltung und Interpretation von Karten. In: Leiberich, P. (Hrsg.), Business Mapping im Marketing, Wichmann, Heidelberg.
- [6] DeLone, W. H. and McLean, E. R. (2003): The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4):9-30.
- [7] Albertoni, R.; Bertone, A.; De Martino, M. (2005): Information Search: the Challenge of Integrating Information Visualization and Semantic Web. Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Workshop on Database and Expert Systems Applications. Kopenhagen, Dänemark.
- [8] Amende, N. (2011): Measuring Utility of Geospatial Maps for Information Seeking: Findings of a Structured Literature Review and a Preliminary Think-Aloud-Study. Proceedings of the 12th European Conference on Knowledge Management (ECKM2011), Passau, Germany.
- [9] Denning, S.; Hoiem, D.; Simpson, M.; Sullivan, K. (1990): The value of thinking-aloud protocols in industry: A case study at Microsoft Corporation. Proceedings of the Human Factors Society, 34th Annual Meeting, Santa Monica, USA.

- [10] Hoeber, O.; Yang, X. D. (2006): A Comparative User Study of Web Search Interfaces: HotMap, Concept Highlighter, and Google. Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, Hong Kong.
- [11] Plaisant, C. (2004): The Challenge of Information Visualization Evaluation. Proceedings of the working Conference on Advanced visual interfaces, Gallipoli, Italien.
- [12] LexisNexis (2008): Workplace Productivity Survey 2008. [http://www.lexisnexis.com/literature/pdfs/LexisNexis\\_Workplace\\_Productivity\\_Survey\\_2\\_20\\_08.pdf](http://www.lexisnexis.com/literature/pdfs/LexisNexis_Workplace_Productivity_Survey_2_20_08.pdf). Abgerufen am 20.5.2011.
- [13] Wendt, J.-P. (1997): GIS in Handel, Banken und Versicherungen. Effizienter Nutzen von Wirtschaftsdaten durch Raumbezug. [http://www.esri-deutschland.de/downloads/arcaktuell/aa\\_497\\_extra.pdf#search=%22Wendt%20GIS%20in%20Handel%2C%20Banken%20und%20Versicherungen%22](http://www.esri-deutschland.de/downloads/arcaktuell/aa_497_extra.pdf#search=%22Wendt%20GIS%20in%20Handel%2C%20Banken%20und%20Versicherungen%22). Abgerufen am 20.1.2011.

# Understanding Factors Influencing the Creation of Personal Applications in Knowledge Management

**Michael Kohlegger**

University of Innsbruck School of Management, Department for Information Systems,  
Production and Logistics Management, 6020 Innsbruck, Austria,  
E-Mail: michael.kohlegger@uibk.ac.at

## Abstract

Knowledge management is increasingly getting 'on-demand' and 'just-in-time'. One sign of this paradigm change is the ever increasing emergence of applications that are created by the users themselves to support their personal needs. Despite their opportunities, these applications pose several risks on corporate knowledge management, e.g., the transgression of organisational policies or the profusion of work time. For that reason it is important for corporate knowledge management to understand these self-initiatives. This paper presents the results of a structuring content analysis in end-user development literature whose objective was the investigation of factors influencing the creation of applications by end-users. It presents a typology of factors and discusses their relations and implications.

## 1 Personal Applications in Knowledge Management

Knowledge – humans' cognitive expectations, either rational or intentional, that are used to interpret situations or generate behaviour, activities or solutions [5] – is today referred to as one of the key resources of organisational compatibility [37] and as product or property [35]. For that reason many organisations have introduced programs that especially focused on the management of this resource – initiatives on knowledge management (KM) [e.g., 67, 62, 55].

Though KM should not solely rest on technologies, they can help to facilitate processes by reducing costs or imposing control and continuity [68, 8]. With technological innovation, KM has changed and changes strongly. Tsui [66, 11] proposed three major shifts in KM for the future. These are (i) an increased alignment of KM technologies with business process management tools, (ii) a shift of KM technologies towards an 'on-demand' or 'just-in-time' paradigm and, resulting from this, (iii) an ever increasing emergence of "software applications developed [or] selected by an individual to support his/her daily work tasks [...]" (p. 4). These *personal applications* are technical artefacts which solidify individual knowledge in a de-contextualised form and are used during the conduction of corporate processes. For this reason they can be located on the border between human (personalized) and technology-oriented (codified) KM [5].

Understanding this phenomenon and the opportunities and risks that it imposes is thus subject to either form of KM.

The increasing awareness of personal applications does not exclusively concern KM. Similar concepts, available in literature, are, e.g., *situational applications* [25], *situated software* [18], *end-user applications* [50] or mashed-up applications [69, 70]. Such on demand solutions can help to resolve the paradoxical situation that the large, yet still increasing, number of individuals in professional service work [71, 72, 73] faces today. Many of them are performing knowledge work which is engaged in the work with abstract knowledge, under ill-structured and creative work conditions, often in need of strong formal education and producing rather than merely manipulating knowledge [5, 28, 57, 14]. These persons are in need of flexible personalized IT [5] but at the same time work under conditions where traditional IT is unable to follow their demands. They often face a dynamic and unpredictable environment that “requires the ability to create just-in-time solutions to address unique situations without waiting for the IT department” [25] (p. 17). Furthermore, knowledge workers often have unique understanding of their tasks which is not easily articulated to external developers [25].

Personal applications can provide a solution to this issue. Despite their opportunities, which have already been named before, they impose several challenges on organisations. The creation of on-demand solutions might result in uncontrolled proliferation [49]. Their development model, often described as ‘quick-and-dirty’ [70], may be a reason for lacking documentation [56], quality [49] or maintainability [49]. Additionally, these applications might threaten or directly undermine corporate policies [40]. For that reason it is important for organisational KM to understand such self-initiatives to be able to respond properly.

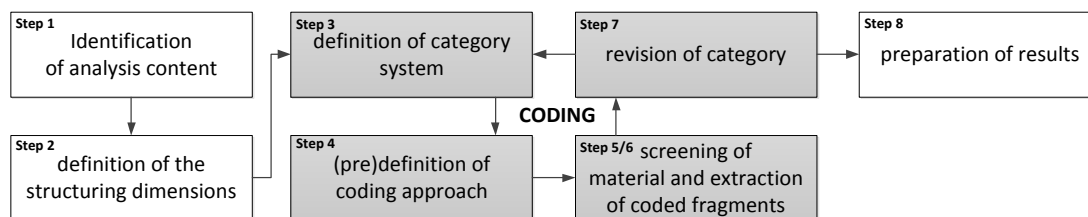
In order to contribute to this understanding, this paper reports on a literature research which was conducted to find factors that influencing the creation of personal applications by non-professionals. It concentrated on a large body of research that has been reported on as end-user computing and development. After a short introduction in section *one*, section *two* explains how a structuring content analysis can be utilized to approach the work’s research question and how the actual research procedure looked like. In section *three*, the results of the analysis are given. Finally, section *four* gives a summary of the results and an outlook on future research.

## 2 Finding Factors through Structuring Content Analysis

Central objective of this research is to investigate textual sources – i.e., existing literature – for factors that influence personal application development. Literature, commonly, comes up with a large number of explicit findings that can be easily deduced but at the same time includes several findings which are reported between the lines. For that reason neither a solely deductive nor an inductive approach was appropriate. Instead, a combined approach was chosen to answer the inquiry’s central question - Structuring Content Analysis (SCA) [6].

SCA works with research approach that uses an initial set of concepts – the initial category system – which can be extended during the analysis [6]. The benefit of this approach lies in the researcher’s ability to use his/her previous knowledge at the beginning of the analysis while being still able to integrate new findings that emerge during the analysis. These findings are induced by the researcher him/herself. In this respect SCA takes the epistemological position of non-positivism which means that “facts and values are intertwined and hard to disentangle [...]

in scientific knowledge” [12] (p. 273). SCA uses a defined action plan (figure 1) for the analysis process [6]. The remaining section explains this procedure.



**Figure 1: Procedure of a SCA according to Mayring (p. 84)**

**Step 1: Identification of analysis content.** Mayring's SCA primarily relies on textual source material. For that reason, the action plan starts with the identification of relevant sources of information which could be used to answer the inquiry's central question. In the study of factors affecting end-user development of applications it was chosen to concentrate on articles on end-user computing and development that have been published in scientific journals with double blind review. The end-user computing and development domain was chosen as the topic of personal applications in KM shows many similarities to this well covered body of research that, for this reason, may come up with a broad spectrum of insights. The focus had been wittingly on scientific journals as they are supposed to reflect the state of research within a domain and a respective time period [22]. For that reason there is no attempt being made to provide bibliographic coverage of all possible sources of information, in particular books, book section, conference proceedings, dissertations or unpublished work. All articles had to be published in English language and had to be available to the author. The articles were identified through a four step process. This process was partially adopted from [23] and [47] and will be explained below.

Initially, a visual search in the last ten-year issues of the extended AIS Senior Basket of Journals<sup>1</sup> as well as the Journal of Organizational and End User Computing<sup>2</sup> was performed to find all recent articles on end-user computing and development. Then, a Boolean key-word search for articles related to these topics was conducted. Therefore, the search engines ISI Web of Knowledge<sup>3</sup> and Google Scholar<sup>4</sup> were used. For this step, no limitation regarding the articles' publication dates was set. As the returned number of articles produced by Google Scholar was very high but ranked, only the first 200 results were considered. The search used various combinations and forms of the search terms: end-user computing, end-user development, end-user software engineering and end-user application. After having conducted the first two steps, several potentially interesting articles on end-user development have been revealed. In step number three, the bibliographies of these articles were searched for new articles, not yet on the analysis list. Finally, a revers search was performed to identify all articles which cited the identified articles.

Before starting the analysis, all articles where checked for their alignment with the study. Some articles did not include the concept of development into their consideration of end-user computing. They rather viewed end-user computing as the pure use of software and hardware

<sup>1</sup> <http://home.aisnet.org/> (Accessed 21.12.2011)

<sup>2</sup> <http://www.igi-global.com/> (Accessed 21. 12.2011)

<sup>3</sup> <http://www.isiknowledge.com/> (Accessed 21.12.2011)

<sup>4</sup> <http://scholar.google.com/> (Accessed 21. 12.2011)

by end-users [e.g., 33, 41]. These articles were cleared from the list. A relatively large number of articles did not focus on issues of describing or managing end-user development but investigated issues of end-user satisfaction [e.g., 32, 38] or end-user training [e.g., 43, 27]. These articles were also excluded from the list. Some articles were too general in focus and did not contain factors influencing end-user development [e.g., 64, 63]. These articles were excluded too. The last group of articles which was excluded was that of articles having a focus which was too narrow, thus maybe giving a biased image. These articles often concentrated on a specific tool for end-user development, e.g., spread sheet software [e.g., 36, 34]. The final list, presented in table 1, included 53 articles from 18 journals.

Source	Perspective	Methodology	Sample	Source	Perspective	Methodology	Sample
Alavi [Ex1]	ORG	CON	-	Hackathorn et al. [Ex2]	ORG	CON	-
Alavi et al. [Ex3]	ORG	QUT	31	Henderson et al. [Ex4]	ORG	CON	-
Alavi et al. [Ex5]	ORG	QUL	5	Huff et al. [Ex6]	ORG	CON	-
Amoroso [Ex7]	ORG	CON	-	Igbara [Ex8]	EUS	QUT	187
Amoroso et al. [Ex9]	COM	QUT	506	Kappelman et al. [Ex10]	ORG	QUT	74
Amoroso et al. [Ex11]	EUS	QUT	40	Kasper et al. [Ex12]	EUS	QUT	96
Beheshtian et al. [Ex13]	ORG	QUL	1	Khan [Ex14]	COM	QUL	3
Benjamin [Ex15]	ORG	QUT	1	Leitheiser et al. [Ex16]	ORG	CON	-
Benson [Ex17]	COM	QUL	67	McBride et al. [Ex18]	COM	QUL	1
Bergeron et al. [Ex19]	ORG	QUT	212	McLean [Ex20]	ORG	CON	-
Berrisford [Ex21]	ORG	QUL	5	Mirani et al. [Ex22]	ORG	QUT	283
Billi et al. [Ex23]	EUS	QUT	505	Munro et al. [Ex24]	ORG	QUL	40
Brancheau et al. [Ex25]	COM	CON	-	Palvia [Ex26]	EUS	QUT	86
Brown et al. [Ex27]	ORG	QUL	5	Panko [Ex28]	ORG	CON	-
Burnett et al. [Ex29]	EUS	CON	-	Perkins [Ex30]	ORG	CON	-
Cheney et al. [Ex31]	ORG	CON	-	Pierson et al. [Ex32]	ORG	QUT	54
Cherbakov et al. [Ex33]	EUS	QUL	790	Raymond [Ex34]	ORG	QUT	34
Choo et al. [Ex35]	ORG	CON	-	Rivard [Ex36]	EUS	QUT	10
Cotterman et al. [Ex37]	EUS	CON	-	Rivard et al. [Ex38]	ORG	QUL	272
Couger [Ex39]	EUS	QUL	14	Rivard et al. [Ex40]	EUS	QUT	272
Doll et al. [Ex41]	EUS	QUT	618	Rockart et al. [Ex42]	ORG	QUT	250
Edberg et al. [Ex43]	ORG	QUT	5	Seeley et al. [Ex44]	EUS	QUT	85
Ein-Dor et al. [Ex45]	ORG	QUT	108	Taylor et al. [Ex46]	ORG	QUL	34
Galletta et al. [Ex47]	ORG	CON	-	Torkzadeh et al. [Ex48]	EUS	QUL	326
Gallivan et al. [Ex49]	EUS	QUT	96	Yaverbaum [Ex50]	ORG	QUT	84
Guimaraes et al. [Ex51]	ORG	QUT	173	Zinatelli et al. [Ex52]	ORG	QUL	8
Hackathorn [Ex53]	EUS	QUT	239				

**Table 1: Identified Sources in End-User Computing Literature<sup>5</sup>**

All articles were categorized according to their scope into focusing on organisational (*ORG*) or individual aspects of end-user development (*EUS*). Some articles combined both positions (*COM*). With respect of work type, articles were found to be either conceptual (*CON*) or empirical. Empirical work could either be qualitative (*QUL*) or quantitative (*QUT*).

**Step 2: Definition of the structuring dimensions.** There are two main streams in end-user computing and development literature. One concentrates on individual aspects of end-user computing and development, e.g., types of end-users [61, 26], utilization [17, 59] or performance [30, 54]. The other stream reports on organizational aspects of end-user computing and development, e.g., risks [15, 24], strategies [16, 20] or support [48, 19].

According to these two streams, the basic structuring dimensions were defined as organisational and individual. All revealed factors influencing personal application development were assigned to one of these two basic dimensions.

**Step 3: Definition of category system.** The category system is the set of all deduced and induced factors and their relationships with each other. The relationships within this study are solely 'is a' relationships. This means that a subordinate node *is a* concept of a superior node with a higher level of detail. Each node of the category system represents a distinct concept.

<sup>5</sup> For space restriction reasons, bibliography can be found at <http://c437-www.uibk.ac.at/mkwi/list.pdf>.



These concepts are aggregations of phenomena which have been found in the textual source material [8]. A phenomenon thereby can be represented by a single word, sentence, paragraph or even by the whole article [8]. In order to work with these concepts they are labelled which is often referred to as coding [7, 8, 9, 10].

Newly discovered concepts were typically classified according to the basic structuring dimensions. Later, when the number of phenomena backing the concept rose and the concept thus became more theoretical saturated it could be rearranged within the typology.

The initial category system was deduced from literature. It consisted of two organisational and one individual factors affecting end-user application development. On the organisational side, *organisational control* and *expansion* [53] had been found to be important. On the individual side it was *user type* [61].

**Step 4: (Pre)definition of coding approach.** As described in the previous section, analysis through coding relies on the abstraction of concepts from phenomena. Therefore, a dictionary of codes is employed which contains rules and examples when a particular code is to be used. This is often referred to as the coding manual [5]. Mayring [6] proposes the use of a coding manual to ensure (i) the comprehensibility of the coding process and (ii) to give the researcher guidance for the conduction of analysis. Each concept should be explicated by the following elements:

- The concept's *definition* specific description of the concepts essential nature. Each definition therefore includes a short form which is used to annotate the text fragments and a long form which contains the whole definition.
- The definition of a respective category is assisted by *examples*. Therefore all already annotated text fragments are associated with the definition. Newly assigned text fragments can thus directly be compared with already assigned ones.
- If neither the definition nor the example fragments can help to delimit categories against each other, additional *coding rules* can be supplied. This is, however, only necessary where differentiation problems exist.

**Step 5/6: Screening of material and extraction of coded fragments.** After having established the initial category system with its coding manual, the actual coding process takes place. This means that the material is read through by the researcher and all relevant parts in the text are assigned to the category system [6]. The actual analysis thereby concentrated on the 'value adding' parts of the article. These are the parts coming up with new findings and interpretations and, thus, can be contrasted from non-value-adding parts where the authors solely concentrate on relating their work to previous research. In this respect my analysis commonly concentrated on the descriptions of methodology, methods and empirical findings as well as the discussion and the article's conclusion and outlook. Nevertheless, each article was carefully read as a whole piece of work. In order to avoid a bias resulting from the sequence of analysis [2] the articles were selected randomly.

The assignment of codes required that the respective part in the text corresponded to an existing concept. If this was not the case a new concept could be induced. As a consequence of this partially inductive approach that is based on Grounded Theory [8, 3] the category system changed during the analysis. Thus, if the material would only have been worked through once, not all sources could have been coded with all concepts. In literature, there are different views how to deal with this conjuncture. Glaser (p. 442) proposes to start using a code when it occurs

and to re-code only if the code does not become theoretically saturate on the remaining material [39]. As the number of sources in this inquiry was not that large, it was, nevertheless, decided to use three re-coding loops during the analysis [4]. These were done after having completed the first nine, 26 and finally all articles.

**Step 7: Revision of category system.** If a text fragment did not correspond to any category in the category system, but was, nevertheless, deemed valuable in respect of answering the inquiry's central question, a new concept could be created. The new concept was then assigned to the category system. This meant that it was classified according to the basic structuring dimensions. If the concept could be related to an existing node within the respective dimension it was placed there. Otherwise it was left on the base level.

### 3 Factors Influencing Personal Application Creation

It has been found that the initially generated structuring dimensions, *individual* and *organisational*, were proper to organize the deduced and induced factors. For that reason these two dimensions were kept as first order nodes.



**Figure 2: A taxonomy of factors potentially influencing end-user self-organisation**

On the **individual level**, motivation plays an important role in the creation of personal applications. Motivation has been found to either result from a personal intention to act in a self-initiative way (*intrinsic*) or from an intention which is triggered from outside (*extrinsic*). The latter thereby can be triggered by external stimuli which demand an optional action (*extrinsic pull*) or by such stimuli that demand a mandatory action (*extrinsic push*). Beside motivation, user characteristics have been found to play a role in the creation of personal applications. These have been subsumed under the concept *end-user type*.

On the intrinsic level, attitude plays a key role. As frequently reported, end-users attitude towards the power of end-user development itself (*attitude towards EUD*) as well as their position regarding corporate IT (*attitude towards IT*) are important. Especially when attitude towards end-user development was positive and/or attitude towards corporate IT was negative, end-users were reported to facilitate end-user development. Beheshtian et al. [20] bring this to the point when they say

*When surveyed, many users expressed impatience with the sluggishness of MIS's response. [...] Staff employees felt they were more capable of developing high quality, responsive systems than the MIS department. Nearly all users felt they would develop simple systems that remain a low priority in the MIS backlog.*

There were three extrinsic motivational factors that undoubtedly stand in relation with these attitude concepts. All of which can be found in the above statement. At first, many authors reported that users felt they had a *problem in a niche role*. That meant that they faced a specific situation which they felt was so unique that they did not expect help from corporate IT. This might, to some extent, also be related to the fact that many end-users were described as domain experts whose knowledge would be very difficult to externalise to corporate developers (*knowledge inexpressibility*). So, Berrisford [21], for example, notices that “managers frequently experience difficulty in defining information requirements using the abstractions [...] employed by systems analysts” (p. 13). Finally, it was found that end-users were reported to be dissatisfied with provided technical infrastructure (*infrastructure incompatibility*), motivating them to initiate development. Khan [46] for example speaks of “frustration with the centrally provided analytical applications” (p. 286).

There was one group of factors that could be best entitled self-fulfilment. This group contains three concepts that were all subsumed under intrinsic motivation. The first factor within this group was *appetite to learn more*. This concept incorporated the fact that many authors reported that users performed end-user development out of curiosity – in order to learn more about, e.g., a framework. The used code follows the notion of Chambers [24] who reports that “there was a tremendous appetite amongst staff to learn more about Excel”. Another aspect of self-fulfilment was the often reported end-user’s *desires to improve* their environment *proactively* and *to be self-determined*. Ferneley [13], for example reports of end-users becoming “technology path driver” (p. 181), seeing the “opportunity to change the organisation’s business model” with technology (p. 181) and being “proactive in their use of technology” (p. 179).

End-users desires are, however, limited by the user’s personal attributes. Here, the end-users *bug tolerance* can, e.g., be critical. This means that as personal applications are often reported as ‘quick and dirty’ solutions, end-users need some kind of tolerance against failures in their applications [30, 54, 29]. Another critical user aspect is, of course, the user’s *capability* to perform end-user development. This aspect, however, is sometimes described to be related to the user’s degree of involvement in end-user development. For that reason one could argue that low user capability does not necessarily limit the conduction of development if the user at least wants to develop that application. This, however, might then increase the users *demand for support* which is another aspect of end-user development. Nevertheless, users’ perception of support provision is often reported to be negative. As Mirani et al. [51] report, “[the] support provided to end-users is significantly less than the amount of support needed by them” (p. 160). While organisational support – in terms of information centres – is always part of some budget,

authors often report of situations where end-users consult third parties, e.g., colleagues who then spent their own work time on the problem – outside of budgets.

This situation was very common as the recourse to support by colleagues was reported very often. Beside simple support, the facilitation of end-user development by the end-user's community could be found as an important aspect (*community facilitation*). As reported by Ein-Dor et al. [31] this can result from end-users learning of the possibilities or benefits by watching others or, as described by Cherbakov et al. [25], end-user development becomes beneficial through overcoming a critical mass of users and setting free network effects of the sharing of applications [45].

There have been some work-related factors discovered that influence end-user application development. These are *information need*, the specific requirements which an end-user's job imposes on IT and *task related motivation*, the complexity and volatility of the performed task that poses demands on IT. Whenever IT is not capable of fulfilling end-user's work requirements, authors report end-users to search for alternatives. Therefore they sometimes even rely on technology which is not provided by their organisation (*third-party infrastructure*). Beheshtian et al. [20], e.g., describe that "end-users use their home PCs to access data that they may not access at work [...]" (p. 3).

Ein-Dor et al. [31] investigated two factors which they found supported through a quantitative survey. These were *job position*, where it was shown that "the lower the organizational rank of users, the greater the use of [end-user computing]" (p. 34) and *degree of computer use*, where it has been found that "output uses are differentially associated with [the] degree of use of [end-user computing]" (p. 34).

Cherbakov et al. [25] raised one final concept which was named *level of information on functionality*. It was reported that users often start development because of having no information about existing solutions on their problem which may be provided by the organisation or other users. Taylor et al. [65] also highlight this issue when they mention that

*"[...] in the organisations studied unless specific mechanisms were established for promulgating awareness of similar end-user application developments, end-user developers appeared to rarely consult each other and simply develop their own systems in isolation [...] [e.g.,] in an insurance company, studied as part of this research, a number of underwriters have developed their own spreadsheet-based applications" (p. 90).*

What they, however, also mention is that some organisations have been found to undertake some *coordination efforts* to vanquish this information asymmetry. This has, despite its proximity to the former concept, however, been classified as an organisational factor.

On the **organisational level**, it was found that many publications concentrated on topics that could be summarised as the organisation's course of action, employed to reach its end-user computing goals. This concept was labelled *strategy*. In particular three strategy aspects could be found to influence end-user development: (i) control, (ii) expansion and (iii) evaluation. *Control strategy and expansion strategy have been* emphasised in many publications as very important to organisational authorities. There has been much research on these topics [49, 44, 52]. Control can be defined as the extent to which an organisation influences intra-organisational end-user development through steering its direction (*planning*) and limiting its conduction

(policies). Control strategy has been found to be part of a classification framework for organisational strategy regarding end-user computing [53]. It was already incorporated in the initial category system.

*Expansion*, in terms of strategy, is the extent to which the organisation encourages intra-organisational end-user development. Encouragement has thereby been found to be granted through the provision of *education infrastructure*, *time for development*, *coordination efforts* of similar end-user projects and *technical infrastructure*. Especially end-user support has been given a central role as “support is one of the primary mechanisms for managing [end-user computing]” [44] (p. 90) and “organisational support would be positively related to the effectiveness of [end-user computing]” [42] (p. 64).

*Evaluation strategy*, finally, denotes the organisation’s attempt to assess the value of end-user initiatives. Many of the reviewed publications thereby lay emphasis on evaluation by “hard numbers”. Though, this is undoubtedly a good steering instrument for management, a direct evaluation of end-user initiatives is difficult as Rivard [60] quotes a data processing manager

*“Unless we can demonstrate that the applications users develop are profitable to the company, we won’t be able to assert that [a user developed application] is successful. And for the time being, we cannot perform such a demonstration” (p. 44).*

An evaluation of end-user initiatives would, however, solve the paradox position in which managers are as they have to fertilize and prune these at the same time and therefore need an indicator for where to put their effort. As Kappelman [44] puts it,

*“Evaluation mechanisms have the potential to provide management, and end-users as well with the information needed to resolve the paradox inherent in simultaneously supporting and controlling, facilitating and restricting, enabling and disciplining, nurturing and regulating, and fostering and restraining EUC” (p. 80).*

The demand for evaluation is strongly related to another revealed concept labelled *corporate attitude*. It is the organisation’s predominant position regarding the inter-organisational conduction of end-user development. This concept captions two sub-concepts that were found to have direct influence on the organisation’s behaviour and, via that, indirect influence on end-user development. These were the organisations appraisal of the profitability (*profit*) of end-user development and the *risk* associated with it. Risk of failure of end-user development thereby emerges from a potential miss-delimiting or miss-studying of the target (*analysis risk*), a failure in creating the end-user application (*design risk*) or an unsuccessful employment or operationalization of it (*implementation risk*) [15].

Beside these relatively large constructs that comprise several sub-factors, organisational *size* and *complexity* have been found influencing end-user development. Size matters, as end-user computing in general had been found to be more prevalent in larger firms. This, however, was attested in 1991 and must thus not pertain today. In fact, Raymond [58] himself puts this finding into perspective as “the effect of size is probably indirect through its association with other contextual characteristics”. He names the degree of IT centralisation, the user’s education, his/her information systems sophistication, the organisation’s application portfolio and its systems complexity as some possible contextual mediators. Complexity conceptualises the business conditions that end-users face. The more complex these conditions are, the likelier end-users start to develop their own applications. Raymond [58] describes his findings,

*[...] End-user computing was more prevalent in those firms whose: information systems had a greater level of organizational complexity [having more users and administrative units per application], confirming hypothesis 10. This is congruent with the notion that [end-user computing] allows for a much greater heterogeneity of individual backgrounds and organizational work units involved in using information resources (p. 209).*

## 4 Summary and Outlook on Future Research

This paper presented the results of a literature review in the end-user computing and development domain. This review was interested in revealing factors that influence the development of personal applications. For this purpose, a SCA was applied.

The present study revealed a typology of factors that can help corporate knowledge management to understand user self-initiatives. This has been shown crucial, as these self-initiatives, in form of personal applications, become increasingly important knowledge management technologies. The scientific contribution of this work lies in the holistic discussion of factors. Though, some of them are very straight forward and have been already explicitly discussed in literature others are not that well supported and need scientific inquiry.

While this study solely concentrated on end-user computing and development literature, other domains should be considered as well. This should include a revision of the found concepts, in particular their wording, definitions and relations, under the use of well-established information systems theories, e.g., task technology fit, technology acceptance model, computer self-efficacy or illusion of control. Another limitation of this study is the temporal distribution of reviewed articles as many of them were published before 1996. For that reason, the found concepts should be confronted with current empirical data, e.g., through investigating knowledge workers self-organisation in real-life settings.

## 5 Literatur

- [1] Bryman, A; Bell, E (2011): Business Research Methods. 3<sup>rd</sup> Edition. Oxford, Oxford University Press.
- [2] Dey, I (2003): Qualitative Data Analysis: A User Friendly Guide for Social Scientists. Taylor and Francis.
- [3] Glaser, BG; Strauss, AL (1973): The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. Observations, Becker, HS (Editor), Chicago/Illinois: Aldine Publishing Company.
- [4] Hädrich, T (2008): Situation-oriented Provision of Knowledge Services, in Juristische und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle-Wittenberg/Germany.
- [5] Maier, R (2007): Knowledge Management Systems. 3<sup>rd</sup> Edition. Berlin/Heidelberg. Springer.
- [6] Mayring, P (2008) Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 10 Edition. Weinheim und Basel, Beltz.

- [7] Miles, MB; Huberman, MA (1994): *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. 2<sup>nd</sup> Edition. Thousand Oaks/London/New Delhi, Sage Publications.
- [8] Strauss, AL; Corbin, JM (1998): *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*, Sage Publications.
- [9] Silverman, D (2010): *Doing Qualitative Research. A Practical Handbook*. 3<sup>rd</sup> Edition. Los Angeles, SAGE Publications.
- [10] Silverman, D (2010): *Interpreting Qualitative Data. Methods for Analyzing Talk, Text and Interaction*. 3<sup>rd</sup> Edition. London, SAGE Publications.
- [11] Tsui, E (2002): *Technologies for personal and peer-to-peer knowledge management*. CSC Leading Edge Forum Technology Grant Report.
- [12] Archer, S. (1988): 'Qualitative' research and the epistemological problems of the management disciplines, In: Pettigrew, A (Editor), *Competitiveness and the Management Process*. Basil: Blackwell/Oxford: 265-302.
- [13] Ferneley, EH (2009): Covert End User Development: A Study of Success, in *Evolutionary Concepts* In: Clarke, S (Editor), *End User Productivity and Performance: Applications for Organizational Progress*. IGI Global: Hershey/New York: 179-186.
- [14] Schultze, U (2004): On knowledge work, In: Holsapple, CW (Editor), *Handbook on knowledge management 1: Knowledge matters*. Springer: Berlin: 43-58.
- [15] Alavi, M ; Weiss, IR (1985): Managing the Risks Associated with End-User Computing. *Journal of Management Information Systems* 2(3): 5-20.
- [16] Alavi, M., Nelson RR; Weiss, IR (1987): Strategies for End-User Computing: An Integrative Framework. *Journal of Management Information Systems*, 4(3): 28-49.
- [17] Amoroso, DL ; Cheney, PH (1991): Testing a Causal Model of End-User Application Effectiveness. *Journal of Management Information Systems* 8(1): 63-89.
- [18] Balasubramanian, S; Lewis, GA; Simanta, S; Smith, DB (2008): Situated Software. Concepts, Motivation, Technology, and the Future. *IEEE Software* 25(6): 50-55.
- [19] Bergeron, F; Rivard, S; Serre, LD (1990): Investigating the Support Role of the Information Center. *MIS Quarterly* 14(3): 247-260.
- [20] Beheshtian, M; Van Wert, PD (1987): Strategies for managing user developed systems. *Information & Management* 12(1): 1-7.
- [21] Berrisford, T (1979): Heuristic Development: A Redesign of Systems Design. *MIS Quarterly* 3(1): 11-19.
- [22] Brancheau, JC; Brown, CV (1993): The management of end-user computing: status and directions. *ACM Computing Surveys* 25(4): 437-482.
- [23] Brancheau, JC; Wetherbe, JC (1987): Key Issues in Information Systems Management. *MIS Quarterly* 11(1): 23-45.
- [24] Chambers, J (2008): Controlling End User Computing Applications - a case study, in *Proceedings of the European Spreadsheet Risks Interest Group (EuSpRIG 2008)* London. 153-161.

- [25] Cherbakov, L; et al. (2007): Changing the corporate IT development model: tapping the power of grassroots computing. *IBM Systems Journal* 46(4): 743-762.
- [26] Cotterman, WW; Kumar, K (1989): User cube: a taxonomy of end users. *Com. of the ACM* 32(11): 1313-1320.
- [27] Davis, S.A; Bostrom, R (1993): Training End Users - an Experimental Investigation of the Roles of the Computer-Interface and Training Methods. *MIS Quarterly* 17(1): 61-85.
- [28] Despres, C; Hiltrop, JM (1995): Human resource management in the knowledge age: current practice and perspectives on the future. *Employee Relations* 17(1): 9-23.
- [29] Doll, WJ; Torkzadeh, G (1989): A Discrepancy Model of End-User Computing Involvement. *Management Science* 35(10): 1151-1171.
- [30] Edberg, DT; Bowman, BJ (1996): User-Developed Applications: An Empirical Study of Application Quality and Developer Productivity. *Journal of Management Information Systems* 13(1): 167-185.
- [31] Ein-Dor, P; Segev, E (1991): Intensity of end user computing. *SIGMIS Database* 22(1-2): 30-37.
- [32] Etezadi-Amoli, J; Farhoomand, AF (1991): On End-User Computing Satisfaction. *MIS Quarterly* 15(1): 1-4.
- [33] Fen-Hui Lin, D; Jen-Her Wu, D (2004): An empirical Study of End-User Computing acceptance Factors in small and medium Enterprises in Taiwan: Analyzed by structured Equation Modeling. *J. o. Computer Inf. Systems* 44(3): 98-108.
- [34] Finlay, PN; Wilson, JM (2000): A survey of contingency factors affecting the validation of end-user spreadsheet-based decision support systems. *The Journal of the Operational Research Society* 51(8): 949-958.
- [35] Fuller, S (1992): Knowledge as Product and Property, in *The Culture and Power of Knowledge: Inquiries into Modern Society*, N. Stehr and R.V. Ericson, Editors., De Gruyter: Berlin/New York. 157-190.
- [36] Galletta, DF; et al. (1996): Spreadsheet Presentation and Error Detection: An Experimental Study. *Journal of Management Information Systems*,. 13(3): 45-63.
- [37] Grant, RM (1996): Toward a knowledge-based Theory of the Firm. *Strategic Management Journal* 17(Winter Special Issue): 109-122.
- [38] Ghani, JA; Al-Meer, AR (1989): Effect of end-user computing on job satisfaction: An exploratory study. *Information & Management* 17(4): 191-195.
- [39] Glaser, BG (1965): The Constant Comparative Method of Qualitative Analysis. *Social Problems* 12(4): 436-445.
- [40] Guimaraes, T; Ramanujam, V (1986): Personal Computing Trends and Problems: An Empirical Study. *MIS Quarterly* 10(2): 179-187.
- [41] Harrison, AW; Rainer Jr, RK (1992): The Influence of Individual Differences on Skill in End-User Computing. *Journal of Management Information Systems* 9(1): 93-111.



- [42] Igbaria, M. (1990): End-user computing effectiveness: A structural equation model. *Omega* 18(6): 637-652.
- [43] Kang, D.; Santhanam, R (2003): A longitudinal field study of training practices in a collaborative application environment. *Journal of Management Information Systems* 20(3): 257-281.
- [44] Kappelman, LA; Thompson, J; McLean, ER (1993): Converging end-user and corporate computing. *Commun. ACM* 36(12): 79-92.
- [45] Katz, ML; Shapiro, C (1985): Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review* 75(3): 424-440.
- [46] Khan, EH (1992): The effects of information centers on the growth of end user computing. *Information & Management* 23(5): 279-289.
- [47] Von Krogh, G; Nonaka, I; Rechsteiner, L (2011): Leadership in Organizational Knowledge Creation: A Review and Framework. *Journal of Management Studies*.
- [48] Leitheiser, RL; Wetherbe, JC (1986): Service Support Levels: An Organized Approach to End-User Computing. *MIS Quarterly* 10(4): 337-349.
- [49] McBride, N; Wood-Harper, AT (2002): Towards User-Oriented control of End-User Computing in Large Organisations. *Journal of End User Computing* 14(1): 33-41.
- [50] McLean, ER (1979): End Users as Application Developers. *MIS Quarterly* 3(4): 37-46.
- [51] Mirani, R; King, WR (1994): Impacts of End-User and Information Center Characteristics on End-User Computing Support. *Journal of Management Information Systems* 11(1): 141-166.
- [52] Moore, R; Jackson, MJ; Wilkes, RB (2007): End-User computing strategy: An Examination of its impact on end-user satisfaction. *Academy of Strategic Management Journal* 6: 69-89.
- [53] Munro, MC; Huff, SL; Moore, G (1987): Expansion and Control of End-User Computing. *Journal of Management Information Systems* 4(3): 5-27.
- [54] Palvia, P (1991): On end-user computing productivity : Results of controlled experiments. *Information & Management* 21(4): 217-224.
- [55] Park, J (2011): Developing a knowledge management system for storing and using the design knowledge acquired in the process of a user-centered design of the next generation information appliances. *Design Studies* 32(5): 482-513.
- [56] Pierson, JK; Forcht, KA; Teer, FP (1990): Determining documentation requirements for user-developed applications. *Information & Management* 19(1): 21-31.
- [57] Pyöriä, P (2005): The concept of knowledge work revisited. *Journal of Knowledge Management* 9(3): 116-127.
- [58] Raymond, L (1987): The Presence of End-user Computing in small Business: An exploratory Investigation of its distinguishing Organizational and Information Systems Context. *INFOR* 25(3): 198-213.
- [59] Rivard, S; Huff, SL (1988): Factors of success for end-user computing. *Com. of the ACM* 31(5): 552-561.

- [60] Rivard, S; Huff, SL (1984): User Developed Applications: Evaluation of Success from the DP Department Perspective. MIS Quarterly 8(1): 39-50.
- [61] Rockart, J; Flannery, SL (1983): The Management of End User Computing. Com. of the ACM 26(10): 776-784.
- [62] Seely, CP (2002): Igniting knowledge in your business processes. Knowledge Management Review 5(4): 12-15.
- [63] Shayo, C; Olfman, L; Teitelroitt, R (1999): An exploratory study of the value of pretraining end-user participation. Information Systems Journal 9(1): 55-79.
- [64] Sumner, M; Klepper, R (1987): Information systems strategy and end-user application development. SIGMIS Database 18(4): 19-30.
- [65] Taylor, MJ; Moynihan, EP; Wood-Harper, AT (1998): End-user computing and information systems methodologies. Information Systems Journal 8(1): 85-96.
- [66] Tsui, E (2005): The role of IT in KM: where are we now and where are we heading? Journal of Knowledge Management 9(1): 3-6.
- [67] Zack, MH; McKeen, J; Singh, S (2009): Knowledge management and organizational performance: an exploratory analysis. Journal of Knowledge Management 13(6): 392-409.
- [68] Zuboff, S (1985): Automate/Informate: The Two Faces of Intelligent Technology. Organizational Dynamics 14(2): 5-18.
- [69] Hoyer, V; Fischer, M (2008): *Market Overview of Enterprise Mashup Tools*, in *Lecture Notes in Computer Science: Service-Oriented Computing - ICSOC 2008*, Springer: Berlin/Heidelberg: 708-721.
- [70] Hoyer, V; Stanoevska-Slabeva, K; Janner, T; Schroth, C (2008): *Enterprise-Mashups: Designing Principles towards the Long Tail of User Needs*, in *IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2008)*: Honolulu/Hawaii: 601-602.
- [71] Bureau of Labor Statistics (2011): The Employment Situation - February 2011. <http://www.bls.gov/cps/home.htm>. Accessed 03/29/2011.
- [72] Federal Statistical Office (2009): Employment – Persons engaged in economic activity by economic sectors. <http://statistikportal.de/Statistik-Portal/en/>. Accessed 03/29/2011.
- [73] Statistik Austria (2010): Employed persons and employment rate. [http://www.statistik.at/web\\_en/statistics/labour\\_market/employed/index.html](http://www.statistik.at/web_en/statistics/labour_market/employed/index.html). Accessed 03/29/2011.

# **Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion unter Berücksichtigung von Ansätzen aus dem Wissensmanagement**

**Martin Kratzer**

Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design,  
70569 Stuttgart, E-Mail: martin.kratzer@iktd.uni-stuttgart.de

**Hansgeorg Binz**

Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design,  
70569 Stuttgart, E-Mail: hansgoerg.binz@iktd.uni-stuttgart.de

**Daniel Roth**

Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design,  
70569 Stuttgart, E-Mail: daniel.roth@iktd.uni-stuttgart.de

## **Abstract**

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion unter Berücksichtigung des prozessorientierten Wissensmanagements, des modellbasierten Wissensmanagements und der modellbasierten Wissensverarbeitung beschrieben. Mit Hilfe dieses integrierten Ansatzes ist bei der Entwicklung von agenten- bzw. wissensbasierten Systemen eine stärkere Fokussierung auf den zentralen Geschäftsprozess, hier der Konstruktionsprozess, möglich. Die Aufbau- und Ablauforganisation im Unternehmen wird hierbei ganzheitlich analysiert, modelliert und in die Entwicklung methodisch eingebunden.

## **1 Einleitung**

Der von der Produktentwicklung abgeleitete Konstruktionsprozess ist wie andere Geschäftsprozesse wissensintensiv und komplex, jedoch wird hierbei eine Ausprägung in diesen beiden Dimensionen erreicht, die nach Eppler et al. zusammen mit dem Produktinnovationsprozess einzigartig ist [3]. Der Konstruktionsprozess (KP) ist geprägt durch einen partiell nicht vorhersehbaren Verlauf, durch vielfältige Einflussmöglichkeiten von Rollen auf den Prozess (z. B. Kunden, Entwickler, Entscheider etc.), komplexe Entscheidungspfade und demnach einen großen Lösungsraum, einer geringen Halbwertszeit relevanten Fach- und Vorgehenswissens etc.

Bereits Stand der Technik ist die Integration von Methoden und Werkzeugen aus dem Wissensmanagement in den KP, um die dortige Wissensverarbeitung effizienter zu gestalten. Hierbei sind personelle, organisatorische und technologische Ansätze denkbar (siehe [13]). Besonders der Einsatz von technologischen Maßnahmen und deren reibungslosen Einbettung in den Geschäftsprozess wurde vielfältig untersucht, jedoch ist die Nutzbarkeit und Akzeptanz der dabei entstandenen Systeme häufig nicht gegeben [16].

Eine Möglichkeit im Bereich des technologischen Wissensmanagements ist die Unterstützung von Konstrukteuren durch ein agentenbasiertes System, das diese bei der Arbeit mit einem CAD-System proaktiv unterstützt. Der Vorteil dieser Technologie im Konstruktionsbereich stellt die Möglichkeit dar, Konstruktionsprozesse und Konstruktionsteams in einem System exakter abzubilden. Darüber hinaus besitzen agentenbasierte Systeme eine bessere Wartbarkeit und Erweiterbarkeit [8]. Im in diesen Beitrag beschriebenen exemplarischen System „ProKon“ wird das Produktmodell auf Inkonsistenzen gegenüber Anforderungen und Gestaltungsrichtlinien überprüft. Das Agentensystem besteht aus Objektagenten, die Bauteile, Baugruppen und Verbindungen zwischen Bauteilen betreuen, Aspektagenten, die eine Gestaltungsrichtlinie vertreten, Fachagenten zur Unterstützung der Aspektagenten und einem Managementagent zur Koordination der Aufgaben. Ein erstes System wurde in einem Kooperationsprojekt entwickelt (ProKon-Basissystem). Neben dem Basissystem ist die Wissensakquisitionskomponente (ProKon-Wissensintegrationssystem) ein weiterer Bestandteil des Gesamtsystems, die es Konstrukteuren erlaubt, Wissen selbstständig auf eine benutzerspezifische und benutzerfreundliche Art und Weise zu integrieren. Hierdurch soll die Akzeptanz und Nutzbarkeit des Systems steigen [7].

## 2 Problembeschreibung und Zielsetzung

Bei der Entwicklung dieses agentenbasierten Unterstützungssystems in der Konstruktion ergaben sich, wie auch durch Literaturstudien bestätigt werden konnte, mehrere Probleme, die im Folgenden aufgegriffen werden und als Motivatoren des vorliegenden Beitrags dienen. Zu aller erst konnte auf keine generische Vorgehensweise zur Entwicklung des agentenbasierten Unterstützungssystems ProKon zurückgegriffen werden. Diese Problematik ist bereits durch Lander [8] beschrieben worden. Es wurden aus diesem Grund einzelne Schritte von Vorgehensweisen aus dem Knowledge-based Engineering (u. a. [9], [14]), dem Knowledge Engineering (u. a. [13]) und der klassischen agentenorientierten Softwareentwicklung (u. a. [6]) verwendet. Dies hatte zur Folge, dass die Entwicklung des Systems verteilt durchgeführt wurde (Konstruktionstechnik/Wissensmanagement bzw. Softwaretechnik/Agententechnik) und zur Folge hatte, dass Ergebnisse schwierig in den nächsten Schritt der darauffolgenden Phase übertragen werden konnten. Dieses Problem ist bereits durch Schreiber [13] und Stokes [14] beschrieben worden. Weiterhin ist ein Rapid-Prototyping-Ansatz verfolgt worden, bei dem ein Prototyp sukzessive erweitert wurde. Jedoch ist dieser Ansatz höchst unmethodisch und nur bei niederkomplexen Geschäftsprozessen anzuwenden (vgl. auch Funkat [4]). Zusätzlich war die Verwendung unterschiedlicher Begriffswelten ein Problem, die beide Entwicklungspartner gewohnt waren. Diese Problematik führt auch Lutz [9] auf. Zudem war die eigene Vorgehensweise nicht auf die Organisation abgestimmt, in der das System zur Anwendung kommt. Dies lag u. a. an der fehlenden Berücksichtigung von Aufbau- und Ablaufstrukturen bzw. der Unternehmenskultur in der gewählten Vorgehensweise (siehe auch Schreiber [13]). Besonders die Unternehmenskultur ist ein wichtiger Faktor, da hier bestimmte Eigenheiten und Eigenschaften

einer Organisation implizit definiert sind, die auf die Entwicklung des Systems einen Einfluss haben. Ferner konnte die Wissensverarbeitung, also die Überführung von informalem Wissen aus Wissensquellen in semi-formales/formales Wissen, nicht adäquat unter Berücksichtigung der üblichen Vorgehensweisen umgesetzt werden, da diese keine Agentenorientierung aufweisen. Letztlich fehlen Anhaltspunkte zur systematischen Analyse von wissensintensiven Geschäftsprozessen in der Konstruktion auf deren Tauglichkeit hinsichtlich der Unterstützbarkeit von Agentensystemen.

Aufbauend auf der vorgestellten Problematik ist es das Ziel, einen Ansatz für ein generisches, ganzheitliches Vorgehen zur Entwicklung von agentenbasierten Systemen in der Konstruktion zu erarbeiten. Der Ansatz soll hierbei auf den Erkenntnissen aus der eigenen Entwicklung und auf den Erkenntnissen aus weiteren Fallstudien basieren. Letztlich soll die Vorgehensweise Unternehmen helfen, agentenbasierte Unterstützungssysteme in der Konstruktion unternehmensspezifisch zu entwickeln und einzusetzen. Mit Hilfe von Forschungsfragen kann die Forschung, und dementsprechend der Beitrag, strukturiert werden (siehe Tabelle 1).

Forschungsfragen	Abschnitt 2	Abschnitt 3	Abschnitt 4	Abschnitt 5
Forschungsfrage 1: Welche Probleme existieren aktuell bei der Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion?	●			
Forschungsfrage 2: Welche Anforderungen lassen sich aus der Problematik bei der Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion ableiten?		●		
Forschungsfrage 3: Welche generellen Lösungen lassen sich aus den Anforderungen ableiten?			●	
Forschungsfrage 4: Wie sieht ein generisches, ganzheitliches Vorgehen zur Entwicklung dieser Systeme aus?			●	
Forschungsfrage 5: Wie kann die generische Vorgehensweise unter Berücksichtigung wissenschaftstheoretischer Überlegungen evaluiert werden?				●

**Tabelle 1: Forschungsfragen und Strukturierung des Beitrags**

Unter Berücksichtigung der Problematik und Zielsetzung in Bezug auf eine ganzheitliche Vorgehensweise ist es im nachfolgenden Abschnitt das Ziel, bisherige Ansätze systematisch zu untersuchen, um daraufhin in Abschnitt 4 die neue, ganzheitliche Vorgehensweise abzuleiten. In Abschnitt 5 werden die Ergebnisse zusammengefasst und kritisch diskutiert. Ein Ausblick rundet den Beitrag ab (siehe Abschnitt 6).

### 3 Stand der Forschung und Betrachtung relevanter Ansätze

In diesem Abschnitt erfolgt die Beschreibung der für den eigenen Ansatz relevanten Anforderungen unter Berücksichtigung der in Abschnitt 2 beschriebenen Probleme. Hierbei werden die Anforderungen gleichzeitig mit bereits existierenden Ansätzen aus den Bereichen des Wissensmanagement und der Wissensverarbeitung lösungsneutral beschrieben. Die Aufzählung erfolgt stichwortartig und beinhaltet sowohl Anforderungen an die Vorgehensweise sowie an das System als Ergebnis dieser Vorgehensweise.

- **Bei der Entwicklung müssen komplexe, wissensintensive Geschäftsprozesse abgebildet werden:** Agentenbasierte Systeme sind an sich nicht komplex. Systeme werden erst dann komplex, sofern sie eine komplexe Situation, wie z. B. den Konstruktionsprozess berücksichtigen. Wie bereits in der Problemstellung beschrieben wurde, erfolgte die Entwicklung anhand eines Rapid-Prototyping-Ansatzes. Schreiber [13] und Uschold [17] schlagen jedoch vor, diese Systeme nicht wie herkömmlich mit einem Transfer- oder Rapid-Prototyping-Ansatz zu entwickeln, sondern modellbasierte Ansätze zu verwenden. Diese Ansätze haben den Vorteil, dass zunächst in unterschiedlichen Modellen das System ganzheitlich modelliert wird und somit eine Konsistenzprüfung bereits vor der eigentlichen Implementierung stattfinden kann.
- **Die Entwicklung muss unter Berücksichtigung des Unternehmens erfolgen:** Die Anforderung entstand aus der Betrachtung mehrerer Problemstellungen: Fehlende generische Vorgehensweise, verteilte Entwicklung, Verwendung unterschiedlicher Begriffswelten, fehlende Abstimmung auf die Organisation (siehe Abschnitt 2). Zur Behebung dieser Probleme ist die Einführung eines Gestaltungsrahmens für die Entwicklung eines agentenbasierten Systems eine entscheidende Zielsetzung, da dieser die eigentliche Erarbeitung des Systems, d. h. Modellierung und Operationalisierung, mit dem betrachteten Unternehmen in Verbindung bringt. Remus [12] hat in seiner Arbeit hierfür unterschiedliche Prozesse im Bereich des Wissensmanagements untersucht. Auf der oberen Ebene wird zwischen Wissensfluss, WM-Aktivität, Wissenskreislauf und wissensintensiver Prozess unterschieden. Der wissensintensive Prozess kann weiterhin in wissensintensiver Geschäftsprozess, Wissensprozess und Wissensmanagementprozess unterteilt werden. So kann der Zusammenhang zwischen dem in einem System abzubildenden wissensintensiven Geschäftsprozess, dem daraus resultierenden Wissensprozess und dem für die eigentliche Umsetzung notwendigen Wissensmanagementprozess hergestellt werden. Heisig [5] hat theoretische und empirische Ansätze im Bereich des prozessorientierten Wissensmanagements vereint und liefert eine Methode zur Vereinigung von Wissensmanagement und Geschäftsprozessmanagement. Heisig definierte hierbei zunächst ein umfassendes Referenzmodell bestehend aus drei durch eine Nutzergruppe evaluierten Modellebenen. Für eine letztendliche Kopplung zwischen dem Wissensprozess und dem ausführenden Wissensmanagementprozess bieten sich zudem die Interventionsebenen nach Remus [12] an (Wettbewerbsstrategie, WM-Strategie, Wissensbasis, WM-Instrumente/-systeme, Kultur und WM-Organisation/-prozesse), die die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den Wissensaktivitäten regeln. So können über die korrekte Anwendung der Interventionsebenen auf reale Problemstellungen zum einen die richtigen Wissensaktivitäten identifiziert und zum anderen die Anordnung der Wissensaktivitäten festgelegt werden.

Der Konstruktionsprozess spielt neben dem Gestaltungsrahmen bei der Entwicklung des Systems eine wichtige Rolle, da die Tätigkeiten der Konstrukteure vom späteren System übernommen werden sollen. Für die Abbildung dieses wissensintensiven Geschäftsprozesses können die Vorgehensmodelle nach Heisig [5] und Allweyer [2] zur Analyse und Modellierung, d. h. zur Abbildung der wissensintensiven Geschäftsprozesse auf das zu entwickelnde System verwendet werden.

Ein Team aus Konstrukteuren, die in einem Konstruktionsprozess Tätigkeiten durchführen, beinhaltet i. d. R. mehrere Rollen, die im Prozess kommunizieren und interagieren. Rollen haben dabei unterschiedliche Fähigkeiten und verfolgen unterschiedliche Ziele. Beispielhaft

kann an dieser Stelle ein Experte im Bereich des Leichtbaus genannt werden, der das Produkt unter Berücksichtigung seines Wissens und Erfahrung, u. U. konträr zu seinen Kollegen, auf Leichtbau optimiert. Er handelt hierbei im Rahmen des Gesamtziels, jedoch können Konflikte mit Kollegen entstehen, die das Produkt lediglich auf deren Fertigbarkeit optimieren wollen. Die Orientierung an einem Konstruktionsteam ist somit mit der Orientierung am Konstruktionsprozess zentral. Speziell agentenbasierte Entwicklungsansätze, wie die von Jennings [6], berücksichtigen durch eine Ziel- und Rollenanalyse besonders den wissensintensiven Geschäftsprozess und können somit Rollenverteilungen in einem Prozess abbilden. Zudem ist die Berücksichtigung der Unternehmenskultur für die Abbildung der Organisation in einem System wichtig. Heisig [5] hat hierfür mehrere Einordnungskriterien erarbeitet (Berufskulturen, funktionalen Kulturen, Werte und Traditionen), die in einer Unternehmensanalyse und in dem darauffolgenden Modellierungsschritt berücksichtigt werden müssen.

- **Die Vorgehensweise muss eine Agentenorientierung aufweisen:** Die Berücksichtigung eines Agentensystems kann auf mehreren Ebenen erfolgen. Eine Agentenorientierung umfasst zum einen die Begriffswelt und zum anderen Methoden und Vorgehensweisen [6]. Besonders Methoden und Vorgehensweise sind zwar in Grundzügen an die herkömmliche objektorientierte Softwareentwicklung angelehnt, unterscheiden sich aber in der Wahl der Mittel. Die bereits aufgeführte Ziel- und Rollenanalyse, als auch die Festlegung der Kommunikation und Kooperation zwischen den Agenten werden in einem neuen Kontext eingebettet.
- **Die Vorgehensweise muss die eigentliche Wissensverarbeitung und komplexe, verteilte, heterogene Wissensbasen berücksichtigen:** Aufgrund einer fehlenden generischen Vorgehensweise und der Tatsache, dass die Wissensverarbeitung nicht agentengerecht durchgeführt wurde, lässt sich die folgende Anforderung ableiten. Zunächst ist es das Ziel, die Wissensverarbeitung in den bereits beschriebenen Gestaltungsrahmen einzuordnen. Die Wissensverarbeitung ist nach Remus [12] ein Serviceprozess zur Operationalisierung und Unterstützung der eigentlichen Wissensprozesse. Der weitverbreitetste Wissensverarbeitungsansatz stammt von Schreiber et al. [13] mit *CommonKADS*. Ziel von *CommonKADS* ist es, eine Vorgehensweise auf Modellbasis bereitzustellen, um wissensbasierte Systeme methodisch zu entwickeln. Insgesamt beinhaltet der Ansatz sechs unterschiedliche Modelle, die aufeinander aufbauen. Zunächst wird durch die Erarbeitung des Organisationsmodells, des Aufgabenmodells und des Agentenmodells der für das Problem relevante Teil des Unternehmens mit seinen Geschäftsprozessen analysiert und modelliert. Hierbei baut das Modell auf Ansätze aus der Geschäftsprozessanalyse auf. Nachfolgend wird im Wissensmodell und im Kommunikationsmodell die eigentliche Wissensverarbeitung erarbeitet bzw. neu gestaltet, bevor im Designmodell die zur Operationalisierung notwendig IT-Infrastruktur und Software definiert wird. Gerade diese von Schreiber et al. weiterentwickelte und von Uschold [17] begründete modellbasierte Wissensverarbeitung wird bei der Entwicklung von heutigen wissensbasierten Systemen eine große Rolle zugeschrieben. Die strikte Trennung zwischen der Modellierung des Unternehmens bzw. des darin enthaltenen Wissens und der letztendlichen formalen, rechnerverarbeitbaren Repräsentation (d. h. der Implementierung) stellt den Wesenskern dar. Stokes et al. [14] entwickelten mit MOKA eine Methode zur methodischen Entwicklung von wissensbasierten Systemen in der Konstruktion, das auf die Grundzüge von *CommonKADS* (damals *KADS*) aufbaut. Interessant sind hierbei einige Modellierungsmethoden für Wissen, die speziell den Formalisierungsgrad (informal - semiformal - formal)

berücksichtigen. Vor allem die Modellierung von Wissen durch so genannte ICARE-Forms als Methode zur Verarbeitung von semi-formalen Wissen wurde bereits zur ersten Entwicklung des agentenbasierten Systems ProKon verwendet und diese gezielt weiterentwickelt (vgl. [7]).

- **Die Vorgehensweise hat ein System als Ergebnis, das in die bestehende IT-Landschaft des betrachteten Unternehmens integriert werden kann:** Letztlich ist für die Entwicklung eines wissensbasierten Systems, das sich an der Ablauf- und Aufbauorganisation eines Unternehmens orientiert, die Berücksichtigung der IT-Landschaft zielführend. Hierfür haben Allweyer [2] und Schreiber et al. [13] erste Ansätze präsentiert. Allweyer entwickelte eine an die 4-Ebenen-Architektur angelehnte Systematik zur durchgängigen, unternehmensweiten Einführung und Verwaltung von Informationssystemen zu einem umfassenden Wissensmanagementsystem. Diese Systematik besteht aus den Ebenen *Gestaltung*, *Management*, *Steuerung* und *Anwendung*. Des Weiteren haben Schreiber et al. [13] mit der Einführung des Designmodells u. a. eine Basis für die Berücksichtigung der IT-Landschaft geschaffen. In diesem Modell werden neben den softwaretechnischen Fragestellungen, die das System an sich betreffen, auch übergreifende Zusammenhänge beschrieben. Speziell auf die in Abschnitt 2 beschriebenen Problematik einer fehlenden Analyse von wissensintensiven Geschäftsprozessen hinsichtlich einer Umsetzung mit einem agentenbasierten Unterstützungssystem in der Konstruktion, wurde bereits von Eppler [3] und Remus [12] entscheidende Grundlagen gelegt, die einer Erweiterung bedürfen.

#### 4 Ein Ansatz zur Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion

Nach der Betrachtung der relevanten Ansätze zur Entwicklung von agentenbasierten Systemen in der Konstruktion in Hinblick auf die in Abschnitt 2 eingeführten Probleme, sind Schlussfolgerungen für den eigenen Ansatz abzuleiten. Zunächst werden in Tabelle 2 die Erkenntnisse aus Abschnitt 3 zusammengefasst. Die Anforderungen sind wie in Abschnitt 3 in identischer Reihenfolge, jedoch mit höherer Detaillierungsstufe angeordnet. Es findet zudem eine Zuordnung zu den Lösungsmöglichkeiten mit jeweiligem Autor statt (siehe Pfeildarstellung zwischen den gepunkteten Boxen), so dass für die eigene Vorgehensweise ein logischer Zusammenhang entsteht. Zunächst ist aufgrund des komplexen Konstruktionsumfelds und dementsprechend aufgrund eines komplexen Systems eine modellbasierte Vorgehensweise anzustreben, die in einen Gestaltungsrahmen eingebettet werden muss (vgl. Schreiber [13] und Uschold [17]). Hierbei werden die Grundsätze der Modellierungstheorie, bereits existierende Modelle von Schreiber et al. [13] und Jennings [6] und Methoden zur Wissensverarbeitung von Stokes et al. [14] integriert. Beim modellbasierten Vorgehen verschafft sich der Entwickler einen Überblick über die Domäne und kann bereits im Vorfeld Fehler identifizieren und beheben (vgl. [15]). So kann letztlich die von Uschold [17] geforderte strikte Trennung zwischen der Modellierung und der abschließenden Operationalisierung im softwaretechnischen Sinne erzielt werden.



Nr.	Anforderungen	Eppler [4]	Remus [19]	Heisig [8]	Allweyer [2]	Schreiber [20]	Stokes [22]	Jennings [9]
1	Berücksichtigung eines komplexen Systems							
2	Bereitstellung eines Gestaltungsrahmens							
3	Orientierung am Konstruktionsprozess							
4	Nachbildung eines Konstruktionsteams							
5	Orientierung an der Unternehmenskultur							
6	Berücksichtigung eines Agentensystems							
7	Berücksichtigung der Wissensverarbeitung							
8	Berücksichtigung von komplexen, verteilten, heterogenen Wissensbasen							
9	Berücksichtigung der Wissensakquisition (informell > semi-formell)							
10	Berücksichtigung der IT-Landschaft des betrachteten Unternehmens							

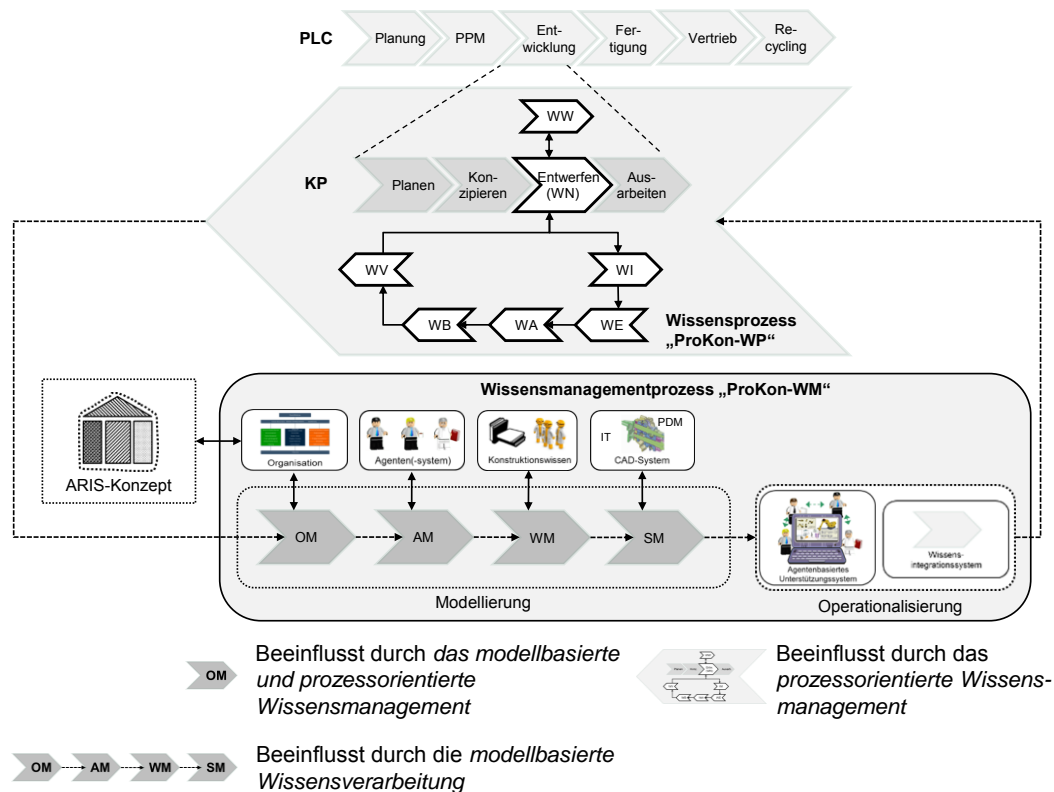
	Grund für modellbasierte Vorgehensweise
	Grund für Kopplung zwischen Wissensprozess und Wissensmanagementprozess
	Grund für die Einführung eines Organisationsmodells nach dem Vorbild von Schreiber
	Grund für die Einführung eines Agentenmodells nach dem Vorbild von Schreiber
	Grund für die Einführung eines Wissensmodells nach dem Vorbild von Schreiber
	Grund für die Einführung eines Systemmodells nach dem Vorbild von Schreiber

**Tabelle 2: Abgleich der Zielsetzungen bzw. Anforderungen mit den betrachteten Ansätzen**

Dieser geforderte Gestaltungsrahmen soll, wie bereits beschrieben, den Zusammenhang zwischen dem wissensintensiven Geschäftsprozess, dem Wissensprozess und dem Wissensmanagementprozess herstellen. Der Wissensmanagementprozess als Serviceprozess beinhaltet hierbei die Entwicklung des agentenbasierten Unterstützungssystems. Heisig [5] und Mertins [11] stellen den Geschäftsprozess als den zentralen Ort der Wissensnutzung dar. Eine effiziente Einbettung des Agentensystems in den Konstruktionsprozess (KP) gelingt nur dann, sofern während der Entwicklung des Geschäftsprozesses dieser detailliert mit Methoden aus dem prozessorientierten Wissensmanagement (poWM) analysiert wurde. Hierbei müssen Wissensaktivitäten identifiziert und zu einem Wissensprozess zusammengefasst werden. Das von Allweyer [2] entwickelte Knowledge Process Redesign (KPR) soll im ersten Schritt des Wissensmanagementprozesses *Wissensverarbeitung analysieren* den Entwickler mit den Modellierungsmethoden aus dem Wissensmanagement (Wissenslandkarte, Wissensstrukturdiagramm) und aus dem Geschäftsprozessmanagement (BPM) unterstützen. Hierbei werden unterschiedliche Sichten auf das Unternehmen analysiert und modelliert. Eine Hilfestellung gibt das von Allweyer modifizierte ARIS-Konzept.

Das *Organisationsmodell* ist unter Berücksichtigung der vorherigen Überlegungen das erste Modell in der modellbasierten Vorgehensweise, das die Analyse und Modellierung der Ablauforganisation (Konstruktionsprozess) und der Unternehmenskultur übernimmt (siehe Tabelle 2). Daran schließt sich die Analyse und Modellierung der Aufbauorganisation (Konstruktionsteam) an (*Agentenmodell*). Mit Hilfe eines *Wissensmodells*, das Agententypen mit den für die Zielerreichung notwendigen Wissens-elemente vereint, Wissensquellen identifiziert und das Wissenssystematisch in eine semi-formale Repräsentation überführt, kann im letzten Schritt die Ausgestaltung des System vorgenommen werden und zudem die Eingliederung in die IT-Landschaft des Unternehmens erfolgen (*Systemmodell*). Auf Basis der Analyse in Abschnitt 3 und den Erkenntnissen aus Tabelle 2 beschreibt der im Folgenden vorgestellte Ansatz zum einen die

makroskopische Vorgehensweise zur Entwicklung von agentenbasierten Systemen in der Konstruktion. Hierbei wird eine grobe Struktur für eine spätere feingranulare Ausarbeitung der einzelnen Teilschritte festgelegt. Jedoch ist diese Grobstruktur von großer Wichtigkeit, da nur auf makroskopischer Ebene entscheidende Zusammenhänge und Einflussgrößen identifiziert und beachtet werden können. Zum anderen fungiert der vorgestellte Ansatz als eine Art Orientierungshilfe zur Einordnung des Ansatzes in den übergeordneten Kontext (vgl. [5], S. 78, Einordnung der GPO-WM®-Methode). Insgesamt kann der Ansatz in Anlehnung an Abecker et al. [1] als die Verbesserung des Wissensmanagements und demnach des Geschäftsprozesses durch die reine Zugriffsbereitstellung von Informationen und Wissen klassifiziert werden. Jedoch muss beachtet werden, dass hierbei ein wissensbasiertes System und kein Wissensmanagementsystem entwickelt wird (vgl. [10]). Auf Basis der adaptierten Ansätze aus dem Wissensmanagement kann eine übergeordnete Vorgehensweise entwickelt werden, die wie bereits erläutert, auch als Einordnung in den gesamten Kontext verstanden werden kann. Bild 1 zeigt die Vorgehensweise und Einordnung in einen allgemeinen Produktlebenszyklus (PLC) und dem untergeordneten Konstruktionsprozess (KP).

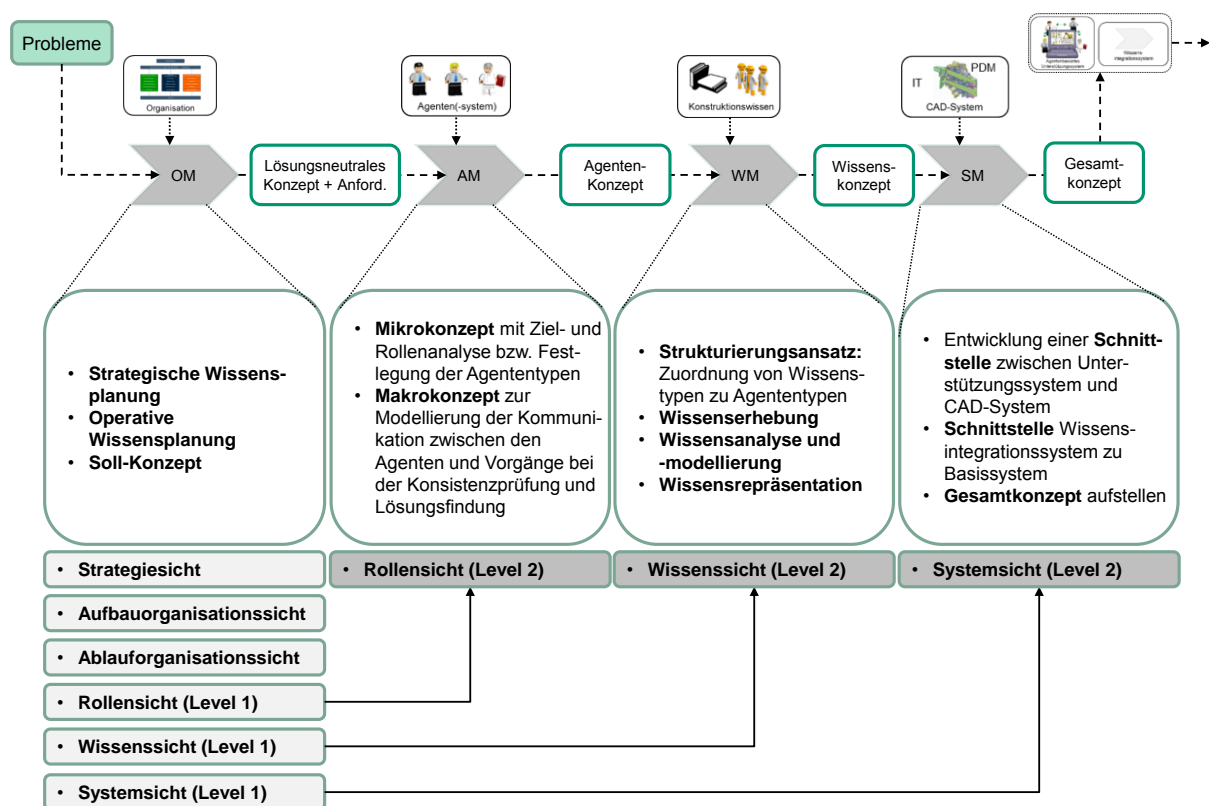


**Bild 1:** Ansatz als makroskopische Vorgehensweise und Einordnung in den übergeordneten Kontext (PLC = Produktlebenszyklus, PPM = Produktportfoliomanagement, KP = Konstruktionsprozess, OM = Organisationsmodell, AM = Agentenmodell, WM = Wissensmodell, SM = Systemmodell)

Die für das ProKon-System maßgebliche Phase des Entwerfens (siehe Bild 1) ist der Ort der Wissensnutzung (WN). Konstrukteure nutzen bei der Entwicklung von Produkten bestehende Informationen bzw. bestehendes Wissen. Unterschieden werden muss hierbei zwischen Handlungs- und Prozesswissen (vgl. [1]). Handlungswissen beschreibt das Wissen, das Konstrukteure für die eigentliche Durchführung von Tätigkeiten innerhalb des Prozesses verwenden.

Ein Beispiel ist hierbei das Wissen über die Lösung von Problemen. Darüber hinaus ist Prozesswissen beteiligt, welches für die generelle Bearbeitung des gesamten Prozesses mit beteiligten Personen, Rollen, Ressourcen etc. entscheidend ist. An dieser anfänglichen und auch resultierenden Wissensaktivität schließt sich ein typischer Wissensprozess bestehend aus Wissensidentifikation (WI), Wissensentwicklung (WE), Wissensaufbereitung (WA), Wissensbewahrung (WB) und Wissensverteilung (WV) an. Weiterhin ist für die Entwicklung des Wissensintegrationssystems die Wissensaktivität Wissensweiterentwicklung (WW) maßgeblich. In diesem Fall wurden zum einen die Interventionsebenen zur Identifikation der Wissensaktivitäten nach Remus [12] und zum anderen das von Heisig [5] angeführte Gestaltungsprinzip *Geschlossenheit des Kernprozesses* angewendet, um die Lösungsentwicklung nicht auf eine einzelne Wissensaktivität zu reduzieren.

Diese Wissensaktivitäten bzw. der übergreifende ProKon-Wissensprozess soll im weiteren Verlauf durch den ProKon-Wissensmanagementprozess umgesetzt werden (siehe Bild 2).



**Bild 2: Übersicht über die modellbasierte Wissensverarbeitung bei ProKon**

Dieser Wissensmanagementprozess besteht implizit aus den von Remus [12] identifizierten Bestandteilen eines generischen WM-Prozesses *Wissensverarbeitung analysieren*, *Wissensverarbeitung gestalten* und *Wissensverarbeitung entwickeln*. Die beiden ersten Phasen befinden sich in der Modellierungsphase des WM-Prozesses, die aus den zuvor vorgestellten vier Modellen besteht (siehe Bild 2 und Tabelle 2). Die Entwicklung der Wissensverarbeitung schließt sich daran an und wird in diesem Kontext Operationalisierung genannt. Für alle Modelle wurden in Anlehnung an Schreiber et al. [13] bereits sprachliche sowie prozessuale Meta-Modelle entwickelt, die letztlich den Entwickler des agentenbasierten Unterstützungssystems bei der Modellierung leiten und unterstützen. Die Verbindung zwischen dem ProKon-Wissensprozess und

dem ProKon Wissensmanagementprozess wird zudem mit Hilfe des ARIS-Konzepts und der Methode des modellbasierten Wissensmanagements unterstützt, in dem unterschiedliche Sichten auf das Unternehmen gebildet und diese mit Methoden aus dem Geschäftsprozessmanagement und dem Wissensmanagement initial im Organisationsmodell modelliert werden. Diese Bildung von Sichten ist analog zur Modellierungstheorie eine effektive Reduzierung auf das Wesentliche. Folgende Sichten wurden identifiziert: Strategiesicht, Aufbau- und Ablauforganisationssicht, Rollensicht, Wissenssicht und Systemsicht.

Die in Bild 2 dargestellte modellbasierte Wissensverarbeitung stellt abschließend den Wissensmanagementprozess dar und bildet mit der übergeordneten Vorgehensweise aus Bild 1 die grobgranulare Beschreibung der methodischen Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion.

## 5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Nach der Vorstellung des neuen Ansatzes zur Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion unter Berücksichtigung von Ansätzen aus dem Wissensmanagement und aus der Wissensverarbeitung, erfolgt in diesem Kapitel die kritische Diskussion der Ergebnisse. Der daraus resultierende neue Ansatz gibt demnach zum einen einen Gestaltungsrahmen vor, d. h. eine Einbettung in den Kontext, und eine grobgranulare Vorgehensweise zur Entwicklung von agentenbasierten Unterstützungssystemen in der Konstruktion. Bei der letztendlichen Durchführung der Entwicklung des ProKon-WM wurden die von Schreiber et al. [13] entwickelten Modelle auf insgesamt vier reduziert und eine agentenorientierte Sichtweise integriert. Entscheidend ist zum einen die Abbildung der im ProKon-WP definierten Wissensaktivitäten im Wissensmodell. Zum anderen sind bei der mikroskopischen Vorgehensweise bei der Modellierung (siehe Bild 2) die Schnittstellen zwischen den einzelnen Modellen und die Übergabeparameter zu definieren. Dies dient einer benutzerfreundlichen Modellierung. Die Betrachtung der mikroskopischen Struktur der einzelnen Modelle ist jedoch nicht Bestandteil dieses Beitrags. Die der Modellierungsphase nachfolgende Operationalisierungsphase, die die Ergebnisse der vier Modelle informations- und softwaretechnisch umsetzt, ist zwar nicht methodisch in einer detaillierten Vorgehensweise zusammengefasst worden, es hat sich aber gezeigt, dass eine stringente Modellierung der unterschiedlichen Sichten die letztendliche Umsetzung deutlich erleichtert. Diese Beobachtung deckt sich im Allgemeinen mit den Ausführungen in der Literatur, dass der Engpass bei der Modellierung und nicht bei der Umsetzung der Modelle liegt (vgl. u. a. [13], [14]). Trotzdem sollte aus Gründen der standardisierten Entwicklung und Steigerung der Effizienz bzw. Effektivität letztendlich auch hierfür eine Vorgehensweise definiert werden. Mit der Vorgehensweise wurde die von Uschold [17] geforderte strikte Trennung zwischen Modellierung und Operationalisierung eingehalten und umgesetzt. Die in Abschnitt 3 aufgeführten, zur Lösung beitragenden Ansätze aus dem Wissensmanagement und Wissensverarbeitung können aufgrund deren Vielzahl nicht dem Vollständigkeitsanspruch genügen. Zudem erfolgte keine kritische Gegenüberstellung vergleichbarer Ansätze zur Auswahl eines erfolgversprechendsten. Somit sind u. U. relevante Ansätze aus dem prozessorientierten Wissensmanagement nicht berücksichtigt worden. Die abschließende Überprüfung der Ergebnisse im wissenschaftstheoretischen Sinne (Einhaltung der Anforderungen, Überprüfung auf Vollständigkeit und Konsistenz, Benutzerfreundlichkeit, Anwendbarkeit, Nützlichkeit) ist letztlich entscheidend (siehe Tabelle 1, Forschungsfrage 5). An dieser Stelle können lediglich die Einhaltung der Anforderungen in der Theorie und die Überprüfung auf Vollständigkeit und

Konsistenz erfolgen. Es zeigte sich jedoch, dass mit den gewählten Ansätzen eine generische Vorgehensweise erarbeitet werden konnte, die die in Abschnitt 2 beschriebenen Problemen behebt. Sowohl die Forderung nach einer durchgängigen, generischen Vorgehensweise, die eine gemeinsame Entwicklung sowie die Verwendung einer Begriffswelt unterstützt, als auch die Forderung nach der Unterstützung komplexer Prozesse konnte mit Hilfe der Vorgehensweise erfüllt werden. Wie bereits in der Zusammenfassung beschrieben wurde, kann zudem die Eingliederung in die Organisation sowie in deren IT-Landschaft gewährleistet werden.

## **6 Ausblick**

Die Operationalisierung der einzelnen Modelle ist bisher noch nicht in einer methodischen Vorgehensweise abgebildet worden. Dies ist der nächste Schritt, der den Ansatz komplettiert. Hierbei sind zwei Aspekte zu beachten: Erstens stellt der Übergang von der Modellierung des gesamten Kontextes hin zur Operationalisierung eine auch in reale Aufbau- und Ablaufstrukturen in Unternehmen existierende, markante Grenze dar. In der Modellierung sind vornehmlich Fachexperten und Wissensingenieure beteiligt, wo hingegen die Operationalisierung eher durch Experten im Bereich des Engineering IT (u. U. auch durch Wissensingenieure) durchgeführt wird. Aus diesem Grund ist der Schnittstelle besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Zweitens ist die Vorgehensweise unter Berücksichtigung von Methoden und Vorgehensweisen aus der konventionellen und agentenorientierten Softwareentwicklung zu erarbeiten. Letztlich ist die Vorgehensweise einem ersten Einsatz in der Praxis zum Nachweis der Anwendbarkeit und Nützlichkeit zu unterziehen.

## **7 Danksagung**

Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung des Projekts ProKon (Proaktive Unterstützung von Konstruktionsprozessen durch Softwareagentensysteme).

## 8 Literatur

- [1] Abecker, A; Hinkelmann, K; Maus, H; Müller, H (2002): Integrationspotenziale für Geschäftsprozesse und Wissensmanagement. In: Abecker, A; Hinkelmann, K; Maus, H; Müller, H (Hrsg.), Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement: Effektive Wissensnutzung bei der Planung und Umsetzung von Geschäftsprozessen. Springer, Berlin, S. 1-24.
- [2] Allweyer, T (1998): Modellbasiertes Wissensmanagement. Information Management, 1: 34-45.
- [3] Eppler, MJ; Seifried, P; Röpnack, A (1999): Improving Knowledge Intensive Processes through an Enterprise Knowledge Medium. In: J. Prasad (Hrsg), Proceedings of The 1999 ACM SIGCPR Conference Managing Organizational Knowledge for Strategic Advantage: The Key Role of Information Technology and Personnel, S. 222-230.
- [4] Funkat, A; Funkat, G (2003): Prozessbasiertes Knowledge Engineering in medizinischen Problemdomänen. Dissertation. Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Informatik und Automatisierung.
- [5] Heisig, P (2005): Integration von Wissensmanagement in Geschäftsprozesse. Dissertation. Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb.
- [6] Jennings, NR (2000): On agent-based software engineering. Artificial Intelligence 117: 277-296.
- [7] Kratzer, M; Rauscher, M; Binz, H; Göhner, P (2011): An agent-based system for supporting design engineers in the embodiment design phase. In: Proceedings of the International Conference on Engineering Design 2011 (ICED 2011), 10:168-179.
- [8] Lander, SE (1997): Issues in multiagent design systems. IEEE Expert 12(2):18-26.
- [9] Lutz, C (2011): Rechnergestütztes Konfigurieren und Auslegen individualisierter Produkte. Dissertation, Technische Universität Wien.
- [10] Maier, R (2002): Knowledge Management Systems. Information and Communication Technologies for Knowledge Management. Springer, Berlin.
- [11] Mertins, K; Seidel, H (2009): Wissensmanagement im Mittelstand: Grundlagen - Lösungen - Praxisbeispiele. Springer, Berlin.
- [12] Remus, U (2002): Prozessorientiertes Wissensmanagement: Konzepte und Modellierung. Dissertation. Universität Regensburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik.
- [13] Schreiber, G; Akkermans, H (2002): Knowledge engineering and management: The CommonKADS methodology. MIT Press, Cambridge, (Mass.).
- [14] Stokes, M (2001): Managing engineering knowledge. MOKA: methodology for knowledge based engineering applications. Professional Engineering Publishing, London.
- [15] Studer, R (1999): Knowledge Engineering: Principles and methods. Data & Knowledge Engineering 25(1-2):161-197.
- [16] Szykman, S; Sriram, RD (2001): The role of knowledge in next-generation product development systems. ASME Journal of Computation and Information Science in Engineering 1(1):1-14.
- [17] Uschold, M (1998): Knowledge level modelling: concepts and terminology. The Knowledge Engineering Review 13(1):5-29.

# **Messinstrument zur Beurteilung erfassten Wissens innerhalb der Bewertung von Produktentwicklungswissen**

**Daniel Roth**

Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, 70569 Stuttgart,  
E-Mail: daniel.roth@iktd.uni-stuttgart.de

**Hansgeorg Binz**

Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, 70569 Stuttgart,  
E-Mail: hansgeorg.binz@iktd.uni-stuttgart.de

**Martin Kratzer**

Universität Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, 70569 Stuttgart,  
E-Mail: martin.kratzer@iktd.uni-stuttgart.de

## **Abstract**

Langfristig soll eine Methode entwickelt werden, die es erlaubt, Wissen in der Produktentwicklung zu erfassen, zu strukturieren, aufzubereiten und letztlich zu bewerten. In diesem Beitrag wird ein Messinstrument vorgestellt, dass im Rahmen der Wissenserfassung sicherstellt, dass das zu bewertende Wissen in ausreichender und richtiger Form erfasst werden kann. Das Messinstrument stellt hierzu individualisierbare Checklisten bereit, in denen unter anderem ein Zahlenwert errechnet wird, der angibt, wie genau der abzubildende Sachverhalt (Wissen) modelliert und damit erfasst werden kann.

## **1 Einleitung**

Anfang der Neunziger Jahre verstanden sich viele Industrienationen als „Informationsgesellschaft“, bedingt durch den Umstand, dass Informationen mit zur bestimmenden Ressource, neben „klassischen“ Ressourcen wie z. B. dem Material oder der Arbeitskraft, im Wertschöpfungsprozess geworden sind. Seit einiger Zeit ist es jedoch nicht mehr ausreichend nur die Zugänglichkeit zu den Informationen sicherzustellen. Informationen müssen identifiziert, verstanden und bewertet sowie letztendlich verwaltet werden. Dabei steht nicht die Information an sich im Mittelpunkt sondern vielmehr das Wissen, das sich durch Verknüpfung mit spezifischen Kontexten ergibt. Innerhalb der neuen „Wissensgesellschaft“ stellt Wissen einen maßgeblichen Produktionsfaktor dar (in Anlehnung an [6]). Wissen muss seiner charakteristischen Eigenschaften entsprechend verwaltet werden, um es effektiv und zielgerichtet entwickeln zu können.

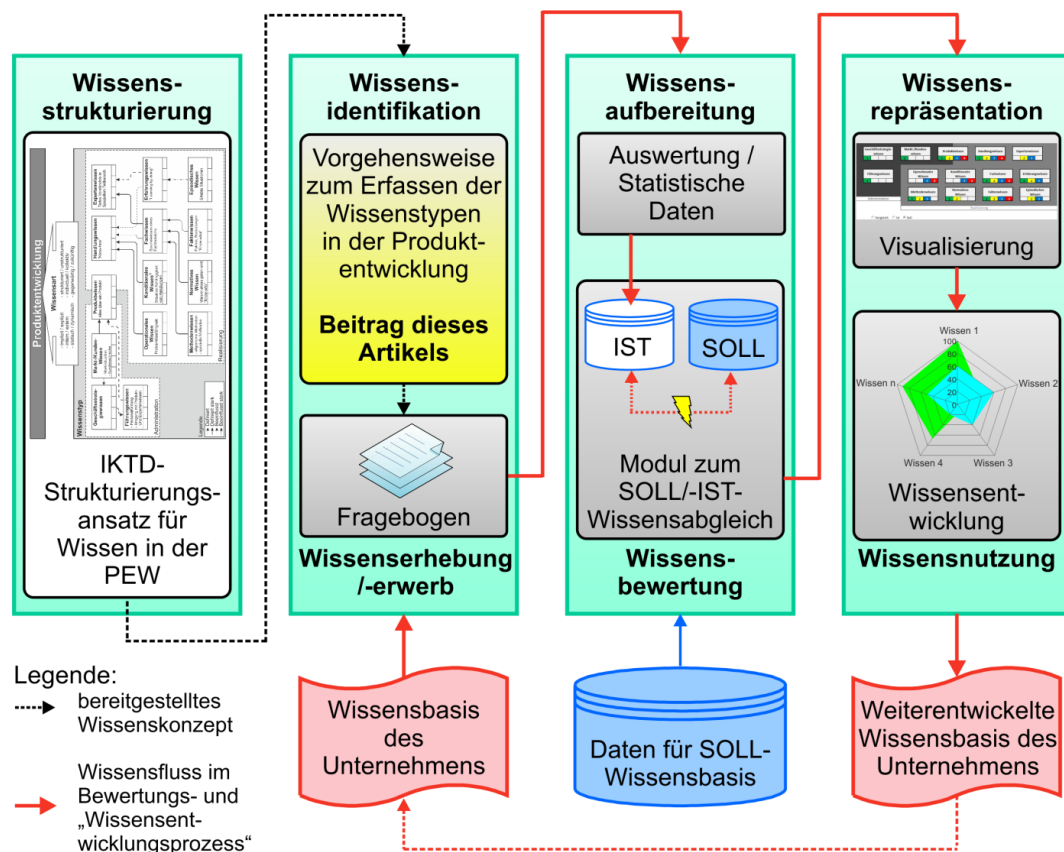
Speziell im Bereich der Produktentwicklung stellt die Kenntnis des benötigten wie auch vorhandenen Wissens innerhalb des gesamten Produktentwicklungsprozesses für heutige Unternehmen ein großes Potenzial dar. „In an economy where the only certainty is uncertainty, the one sure source of lasting competitiveness advantage is knowledge“ [8]. Dies legt die Notwendigkeit der Entwicklung einer Methode zu Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung nahe.

## 2 Problembeschreibung und Zielsetzung

Eine am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design der Universität Stuttgart durchgeführte Analyse und Bewertung des Stand der Technik kam zu dem Schluss, dass es zwar eine große Anzahl an Wissensbewertungsmethoden gibt (vgl. z. B. [6]), diese aber hauptsächlich auf der Ebene des ganzheitlichen Unternehmens Wissen bewerten und daher keine dieser Methoden das spezielle Wissen, wie in diesem Fall das Produktentwicklungswissen, erfassen, strukturieren, verwalten, bewerten oder entwickeln kann. Doch gerade ein Blick in diverse Fachbücher (siehe beispielsweise [11]) zeigt deutlich, dass die Kosten eines Produkts vornehmlich in der Konstruktionsabteilung festgelegt werden. Damit liegt es zum großen Teil an der Fähigkeit der Konstrukteure, ein hochwertiges Produkt zu entwickeln, das zugleich günstig ist. Dieser Gedanke führt zu der diesem Beitrag zu Grunde liegenden Forschungsthese (vgl. [10]): Der eigentliche Erfolg eines Produkts hängt maßgeblich von der Qualität/der Güte des Produktentwicklungswissens ab. Anzumerken sei an dieser Stelle, dass „Erfolg“ je nach Unternehmen anders interpretiert werden kann. Beispielhafte Ausprägungen wären Absatzzahlen, Marktanteil etc.

Ausgehend von der Forschungsthese ergeben sich zwei wesentliche Handlungsfelder. Erstens das Erfassen von Produktentwicklungswissen (PEW) und zweitens die Bewertung dieses Wissens. In diesem Beitrag wird speziell die Erfassung/die Identifikation des Wissens adressiert. Zur Steigerung einer späteren industriellen Anwendbarkeit und einer damit einhergehenden erhöhten Praxisnähe, muss sich eine übergeordnete Methode zur Bewertung von Wissen in der PEW in das vorherrschende Wissensmanagement integrieren lassen (– die Bewertung von Wissen kann aber durchaus auch ein Initiator für Wissensmanagement in Unternehmen sein). Ein Vorschlag zur Harmonisierung der wesentlichen Bausteine der übergeordneten Methode mit den Schritten des allgemeinen Wissensmanagements wird in Bild 1 vorgenommen. Hierbei wird das von Probst entwickelte Grundmodell des Wissensmanagements (siehe [9]) aufgegriffen, mit den allgemeingültigen Schritten von der Wissensidentifikation bis hin zur Wissensnutzung. Bild 1 zeigt dabei die Schritte, die zur Analyse, Bewertung bis hin zur Weiterentwicklung des Wissens in der Produktentwicklung notwendig sind (repräsentiert im Bild durch den Wissensfluss im Bewertungs- und „Wissensentwicklungsprozess“). Ebenso ist in Bild 1 der Bereich benannt, der in diesem Beitrag adressiert wird. Das vorgelagerte Modul der Wissensstrukturierung beinhaltet einen am Institut ausgearbeiteten Wissensstrukturierungsansatz (PEW wird durch Unterwissenstypen beschrieben sowie deren Beziehungen aufgezeigt), der auf Vorarbeiten in [11] aufbaut. Der Strukturierungsansatz stellt dabei eine logische Konsequenz aus der Tatsache dar, dass der Erkennung eines Gegenstands dessen genaue Beschreibung bzw. Definition voraus gehen muss. Soll das Wissen in der Produktentwicklung (PE) bewertet werden, sind eindeutige Erkennungsmerkmale notwendig, um Fehlszuordnungen zu verhindern.





**Bild 1:** Methode zur Bewertung und Entwicklung von Produktentwicklungswissen (eigene Darstellung)

Zusammenfassend lässt sich damit die dem Beitrag zugrunde liegende Forschungsfrage formulieren: **Wie sieht ein generisches, ganzheitliches Messinstrument zur vollständigen Erfassung des zu bewertenden Wissens in der Produktentwicklung aus. Insbesondere liegt der Fokus dabei auf der Analyse, ob die hier zu erhebenden Daten auch den zu messenden Sachverhalt (= produktentwicklungsspezifischer Wissenstyp) in adäquater Art und Weise repräsentieren können.**

Basierend auf der wesentlichen Forschungsfrage bei der Entwicklung eines Teilmoduls zur Identifizierung von Wissen in der PE lassen sich mehrere Zielsetzungen ableiten. Das Erfassen von Wissen im Unternehmen setzt die genaue Kenntnis möglicher, vorherrschender Wissenstypen voraus. Das Vorgehen muss sich deshalb stark an dem erarbeiteten Strukturierungsansatz orientieren. Betrachtet man unter anderem den in Ehrlenspiel [2] geschilderten Konstruktionsversuch, so wird deutlich, dass viele (eigentlich verbalisierbare) wissensbasierte Vorgänge unbewusst ablaufen. Um dennoch klare Aussagen zu erhalten, muss eine Fragetechnik angewandt werden, die diese Probleme berücksichtigt. Arbeiten am Institut haben gezeigt, dass die Berücksichtigung der Methoden der empirischen Sozialforschung hilfreiche Werkzeuge für die Erfassung/Identifizierung des Wissens liefern. Diese finden in modifizierter Form Anwendung. Der folgende Abschnitt stellt hierzu wesentliche Ansätze und mögliche Forschungsdesigns vor. Hierauf aufbauend wird in Abschnitt 4 ein Messinstrument abgeleitet, das eine Möglichkeit zur Erhebung von Wissen mit gleichzeitiger Aussage zur Abbildungsgüte (in 4 erläutert) der erhobenen Messdaten liefert. Abschnitt 5 fasst die Ergebnisse zusammen und gibt nach einer kritischen Analyse der Ergebnisse einen abschließenden Ausblick.

### 3 Betrachtung relevanter Ansätze und Forschungsdesigns

Unter dem Begriff „empirische Sozialforschung“ darf ganz allgemein jene Wissenschaft verstanden werden, die durch Beobachtung mittels menschlicher Sinne systematisch Daten über soziale Umstände sammelt und auswertet. Ziel dieser Forschung ist es, „Phänomene der realen Welt (möglichst ‚objektiv‘) zu beschreiben und zu klassifizieren“ sowie „möglichst allgemeingültige Regeln zu finden, durch die Ereignisse in der realen Welt erklärt und Klassen von Ereignissen vorhergesagt werden können“ [5]. Im Folgenden werden die notwendigen Grundlagen gelegt.

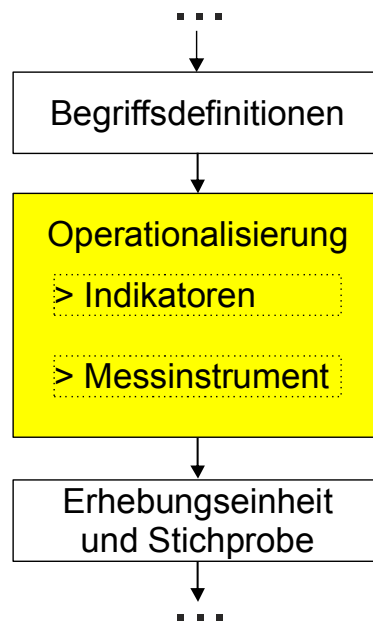
#### 3.1 Funktionsweise und grundlegende Terminologie

Die in der empirischen Sozialwissenschaft erstrebte Beschreibung der realen Welt geschieht in 4 Schritten (vgl. [3]): 1) Der Objektbereich (das abzubildende Phänomen samt allen hinein-spielenden Bereichen) wird auf seine Dimensionen hin analysiert (=dimensionale Analyse). Hier werden alle Sachverhalte gesucht, die mit dem Phänomen in Zusammenhang stehen. 2) Einzelne Erscheinungen werden dann isoliert und eindeutig definiert. Daran schließt 3) die Formulierung von Aussagen über die Beziehungen zwischen den isolierten Elementen an. Anschließend werden 4) Regeln und Gesetzmäßigkeiten formuliert, die die Beziehungen und Wechselwirkungen erklären. Darüber hinaus stellt das Problem der Analyse der Gültigkeit von Theorien im Rahmen der empirischen Sozialforschung eine wesentliche Aufgabe dar. Jede Theorie muss anhand einer empirischen Untersuchung auf ihren Wahrheitsgehalt hin untersucht werden. Nach Kromrey [5] können hier 4 Arten von Forschungsdesigns anhand ihrer Fragestellung unterschieden werden. Tabelle 1 gibt hierzu einen allgemeinen Überblick.

Forschungsdesign	Zentrale Fragestellung
Deskriptives Survey-Modell	Wie muss eine Untersuchung aussehen (Erhebung, Analyse), die einen sozialen Sachverhalt anhand empirischer Daten beschreibt und Diagnosen erlaubt?
Experiment und Quasi-Experiment	Wie ist der kausale Zusammenhang zwischen einer Ursache X und ihrer Folge Y?
Programmforschung	Welche (gewollten und ungewollten) Effekte bewirkt ein bestimmtes Programm (Maßnahmen und Instrumente?)
Theorie- und Hypothesentest	Ist eine Theorie oder Hypothese wahr, d. h. empirisch ausreichend belegt?

**Tabelle 1: Vier Forschungsdesigns (vgl. [5])**

Der Vergleich der näher in Betracht kommenden zwei Forschungsdesigns des Deskriptiven Survey-Modells und das des Theorie- und Hypothesentests, lässt erkennen, dass beide wesentliche gemeinsame Schritte enthalten, welche auszugsweise in Bild 2 dargestellt sind. Insbesondere der Schritt der Operationalisierung stellt einen wesentlichen Baustein der zu entwickelnden Vorgehensweise da. Nach Bortz [1] versteht man unter Operationalisieren „alle Maßnahmen, die ergriffen werden, um in einer konkreten Untersuchung von Merkmalen zu Daten zu kommen“. In diesem Schritt wird eine Verbindung zwischen den Ausprägungen der Merkmale und einem, mit menschlichen Sinnen wahrnehmbaren Sachverhalt (dem Indikator) hergestellt. Die Unterscheidung zwischen Merkmal und Indikator soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden. Der Begriff „Bildung“ sei definiert durch das Merkmal „formale Schulbildung“ (eine Dimension des Begriffs Bildung) mit den Ausprägungen „hoch“, „mittel“ und „niedrig“. Indikatoren dafür wären beispielsweise: höchster Schulabschluss, abgeschlossenes Studium und Bildungs-Zertifikate.



**Bild 2: Identische Schritte im Ablaufschema verschiedener Forschungsdesigns (eigene Darstellung)**

Die Entwicklung eines Messinstruments schließt die Operationalisierung ab. Mit dem Messinstrument ist prinzipiell die Möglichkeit geschaffen, die Realitätsbehauptungen zu überprüfen. Eine Schwierigkeit des Messinstruments liegt jedoch darin, dass die Korrelation zwischen den Begriffen und den Indikatoren nicht immer gegeben ist. Das bedeutet, dass beispielsweise nicht das abgebildet wird, was eigentlich gesucht ist. Um solche Fehler in einer Studie zu vermeiden, wird üblicherweise ein Pretest durchgeführt.

### 3.2 Transfer der Erkenntnisse auf Forschungsfrage

Für die Entwicklung der Bewertungsmethode wurde der Ansatz des Kritischen Rationalismus übernommen. Dieser besagt, dass „alle Aussagen an der Erfahrung überprüfbar sein müssen, sich an der Konfrontation mit der Realität bewähren müssen“ [5]). Wie bereits in Abschnitt 2 erwähnt, gibt es keine Bewertungsmethode, die speziell das Produktentwicklungswissen erfassen und beurteilen kann. Eigene Vorarbeiten am Institut haben ergeben, dass die Fragestellungen anderer Wissensbilanzierungsmethode derart ausgerichtet sind, dass diese im Rahmen der Bewertung von PEW nicht direkt herangezogen werden können. Zur Entwicklung des Messinstruments wird das Forschungsdesign der deskriptiven Methode nach Kromrey [5] („beschreibende Diagnose eines Sachverhalts – vgl. Tabelle 1) in modifizierter Weise herangezogen. Die Modifizierung ist notwendig, da die Fragestellung für die Methode zur Wissensbewertung nur Schnittmengen mit der empirischen Sozialwissenschaft aufweist, aber nicht Teil einer solchen ist. In einem ersten Schritt erfolgt damit die dimensionale Analyse (nach Kromrey [5] entspricht dies der Bestimmung der Aspekte („Dimensionen“) des empirischen Untersuchungsgegenstands). Aus der Analyse folgt die Modellentwicklung des Gegenstandsbereichs. Hier würde nun eine empirische Sozialforschungs-Untersuchung ansetzen und die Gültigkeit der aufgestellten Hypothesen überprüfen. Alternativ wird das aus Autorensicht zulässige Vorgehen gewählt, dass das zu erarbeitende Messinstrument für die Bewertungsmethode durch den breiten Einsatz in einer Untersuchung einen Abgleich der aufgestellten Behauptungen mit der Realität im Unternehmen ermöglicht.

#### 4 Messinstrument zur Erfassung von Wissen in der PE und Aussagen zum Ergebnis des Messinstruments

Die Entwicklung eines geeigneten Messinstruments zur Erhebung realitätsnaher Daten bei der Bewertung von Wissen in der PE (vgl. Bild 1), bedarf wie in den vorangestellten Abschnitten im Wesentlichen des Operationalisierens der zu erfassenden Daten (hier: Wissenstypen). Aufgrund der Tatsache, dass der Sachverhalt verschiedene Bereiche tangiert, müssen alle Dimensionen des Objektbereichs berücksichtigt werden. Die vielen Dimensionen des Sachverhalts wiederum bedingen eine Erfassung jeder Dimension für sich, um ein realitätsnahes Bild zu bekommen. Häufig kann dabei eine Dimension nicht direkt abgebildet, sondern nur indirekt ermittelt werden. Hierfür werden Indikatoren benötigt, die eine Verknüpfung von abstrakten Phänomenen zu beobachtbaren Sachverhalten herstellen. Kromrey [5] spricht hier bei der Messung von einer „strukturtreuen Abbildung“.

Für das zu entwickelnde Messinstrument finden die nach Kromrey unterschiedenen drei Kategorien von Indikatoren Anwendung: definitorische Indikatoren (Definieren das zu untersuchende Merkmal (die Dimension)), korrelative Indikatoren – intern oder extern (Haben nicht den gleichen Bedeutungsinhalt des Merkmals. Bei einem existierenden Zusammenhang wird von einer Korrelation gesprochen), schlussfolgernde Indikatoren (Lässt auf die Merkmalsausprägungen schließen, die nicht direkt beobachtet werden können). Darüber hinaus darf die Wahl eines Indikators nicht willkürlich vorgenommen werden. Für das Messinstrument soll der Empfehlung Friedrichs [3] folgend, für jeden Indikator eine schriftliche Begründung für seine Wahl und der Korrelation zu den Merkmalsausprägungen/Dimensionen festgehalten werden (Korrespondenzregel).

Weitere zur Anwendung kommende Kriterien der Indikatoren werden im Folgenden aufgeführt und kurz erläutert.

- Validität: Ein Indikator ist valide, wenn er tatsächlich den Sachverhalt misst, den er messen soll [3].
- Reliabilität: Die Zuverlässigkeit beschreibt, in wie weit das Messinstrument fehlerfrei arbeitet. Messwerte müssen dabei nach Kromrey [5] intertemporal (bei wiederholten Messungen), intersubjektiv (gleiche Ergebnisse unabhängig von der Person sowie interinstrumentell (andere Messinstrumente können ebenfalls die Merkmalsdimension messen) stabil sein.
- Plausibilität: Aussage, wie plausibel der in der Korrespondenzregel geäußerte Zusammenhang ist.
- Fehlererkennung: Wie gut kann ein Fehler in der Annahme der Korrespondenzregel entdeckt werden.

Bei der eigentlichen Indikatorentwicklung, werden die nach Meyer (siehe [6]) empfohlenen vier Schritte des Operationalisierens als Leitlinie herangezogen:

- „Bestimmen des zu beobachtenden theoretischen Konstrukts und eines potentiellen Indikators (*Was soll Wie gemessen werden?*)
- Erstellen einer logisch abgeleiteten, allgemeingültigen und durch die Messung selbst nicht zu beeinflussenden Korrespondenzregel zur Zuordnung des Konstrukts zu einem messenden Sachverhalt (*Warum misst der Indikator das Konstrukt?*)
- Festlegen der Falsifikation dieser Korrespondenzregel (*Wann ist diese Zuordnung zwischen Indikator und Konstrukt als unzureichend zu bewerten?*)

- Prüfung der Korrespondenzregel (zumeist durch Vergleich mit alternativen und/oder bewährten Indikatoren, da eine unmittelbare Messung des theoretischen Konstrukts in der Regel nicht möglich ist) (*Wie kann eine Prüfung der korrekten Zuordnung zwischen Indikator und Konstrukt erfolgen?*)“

Weiterhin empfiehlt Meyer [6] für die Indikatorenentwicklung zehn Arbeitsschritte. Tabelle 2 vereint die als sinnvoll erachteten Arbeitsschritte mit der Leitlinie des Operationalisierens. Die einzelnen zu klärenden Fragen decken sich nur teilweise mit Meyer, die Sortierung wurde verändert und ergänzt.

<b>WAS soll WIE gemessen werden?</b>
1. Festlegung der Messziele → Welches Konstrukt wird untersucht? → Welche Dimensionen werden betrachtet? → Welche Dimension soll der Indikator abbilden?
2. Ableitung von Indikatoren → Welche Indikatoren können die Dimension abbilden?
3. Skalen und Instrument festlegen → Welche Skalen sind für die Indikatoren geeignet?
<b>WARUM misst der Indikator das Konstrukt?</b>
4. Entwicklung der Korrespondenzregeln → Begründung des Zusammenhangs zwischen Indikator und Konstrukt → Wie gut könnte dieser Zusammenhang überprüft werden?
<b>WANN ist diese Zuordnung von Indikator und Konstrukt unzureichend?</b>
5. Festlegung von Grenzen der Korrespondenz → Bei welchem Messergebnis gilt der Indikator als zu ungenau?
<b>Indirekte Prüfung der korrekten Zuordnung zwischen Indikator und Konstrukt</b>
6. Pretest → Praktische Erprobung der Indikatoren → Welche Probleme treten auf und wie können sie gelöst werden?
7. Testergebnisse → Wie valide und zuverlässig sind die Indikatoren? → Wie geeignet erscheinen sie für die angestrebte Messung?
<b>Wahl des zu verwendenden Indikators</b>
8. Entscheidung über Beibehaltung, Weiterentwicklung oder Ablehnung → Welche Indikatoren sind nicht optimal? → Welche Indikatoren können direkt übernommen werden.

**Tabelle 2: Arbeitsschritte Indikatorenentwicklung (entwickelt in Anlehnung an [6])**

Die Arbeitsschritte aus Tabelle 2 werden in eine angepasste Checkliste eingearbeitet. Anhand dieser Checkliste sollen alle Indikatoren in allen relevanten Bereichen dokumentiert werden. Dies dient zum einen dazu, möglichst fundierte Indikatoren zu entwickeln und zum anderen kann auf diese Weise direkt eine übersichtliche Dokumentation vorgenommen werden.

Nimmt man alle Dimensionen und zugehörigen Indikatoren eines zu repräsentierenden Sachverhalts zusammen und wertet diese in der in Bild 3 vorgestellten Wissenstyp-Checkliste aus (angepasste Checkliste), so kann eine „Abbildungsgüte“ errechnet werden. Beispielhaft wird hierzu der Wissenstyp „Führungswissen“ aus der bereitgestellten Wissensstruktur (in Bild 1 erwähnt) herangezogen. Die Berechnung der Abbildungsgüte stellt das Resultat der vormals in Abschnitt 2 formulierten Motivation aus der Forschungsfrage dar, in der ein Messinstrument zur

vollständigen Erfassung des zu bewertenden Wissens in der Produktentwicklung gefordert wurde, bei gleichzeitiger Analyse, ob die erhobenen Daten auch den zu messenden Sachverhalt in angemessener Art und Weise repräsentieren können. Die Abbildungsgüte gibt Ausschluss über letztgenannten Punkt.

Nachfolgend wird auf die Beispiel-Checkliste in Bild 3 näher eingegangen, um die dort enthaltenen Berechnungen näher vorzustellen. Anhand objektiver Rechen-Operationen wird ein Wert ausgegeben, der aussagt, wie fundiert die Schlüsse aus den Antworten sind und letztlich auch, wie gut ein Wissenstyp erfasst wurde (Abbildungsgüte).

Wissenstyp-Checkliste: Führungswissen				
<b>Messziel</b>				
1.	Welcher Wissenstyp soll abgebildet werden?		Führungswissen	
2.	Welche Dimensionen sind bekannt?		D1: Kompetenz D2: Wissen	
3.	Wie relevant für den Wissenstyp werden diese Dimensionen eingeschätzt? 0 = irrelevant                      1 = absolut relevant		D1: 1 D2: 0,75	
4.	Welche Dimensionen werden betrachtet?		D1, D2	
<b>Indikatoren</b>				
5.	Welche Indikatoren werden gewählt? <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 5px 0;">Indikatorwerte werden in Indikatoren-Checkliste berechnet. Beispiel für Indikator I4 in Bild 4</div>		I1: Motivationsvermögen I2: Organisationsvermögen I3: Führungsvermögen I4: Schulungen I5: Kenntnisse über Fähigkeiten der MA	
6.	Welche Abbildungswerte erreichen die Indikatoren?			
	<b>Indikator</b>	<b>Indikatorwert</b>	<b>Dimension</b>	<b>Abbildungswert</b>
	I1	0,81	D1	0,81
	I2	0,81	D1	0,81
	I3	0,81	D1	0,81
	I4	0,88	D2	0,66
	I5	0,75	D2	0,56
Abbildungswert = Dimensionsrelevanz · Indikatorwert				
7.	Welche Abbildungsgüte kann anhand der gewählten Indikatoren erreicht werden?		<b>0,82</b>	

**Bild 3: Wissenstyp-Checkliste Führungswissen**

Zur Abbildung eines Wissenstyps müssen dessen Dimension identifiziert werden. Für das Führungswissen (Bild 3) konnten die Dimensionen „Kompetenz“ und „Wissen“ identifiziert werden. Zuerst muss festgelegt werden, wie relevant die einzelne Dimension für den Wissenstyp ist. Es ist offensichtlich, dass eine gute Führungskraft die notwendigen Kompetenzen besitzen muss. Das Wissen über Methoden der Mitarbeiterführung usw. ist zwar ebenfalls wichtig, jedoch der Kompetenz untergeordnet. Damit können beide Dimensionen nicht als gleich wichtig für den Wissenstyp Führungswissen angesehen werden. Um jedoch das prozentuale Gewicht der einzelnen Dimensionen an dem Wissenstyp ermitteln zu können, müsste beispielsweise ein binärer Vergleich durchgeführt werden. Genauso zweckmäßig ist eine Gewichtung über die Relevanz einer Dimension für den Wissenstyp, die durch entsprechende Division relativiert werden kann.

Dies lässt auch die Möglichkeit offen, dass zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Dimension identifiziert und einbezogen werden kann.

<b>Indikator-Checkliste: Führungswissen – Indikator 4: Schulungen</b>		
<b>Messziel</b>		
1.	Welche Dimension des Wissenstyps soll abgebildet werden?	D2: Wissen
2.	Definition des Begriffs	Das Führungswissen ist als gut anzusehen, wenn die Person motivieren und organisieren kann, eine positive Autorität darstellt und die Fähigkeiten seiner MA kennt.
<b>Definition des Indikators</b>		
3.	Durch welchen Sachverhalt wird operationalisiert?	Anzahl der besuchten Schulungen für Führungsqualitäten.
4.	Damit ist es ein...	<input type="checkbox"/> definitorischer Indikator <input type="checkbox"/> intern korrelativer Indikator <input type="checkbox"/> extern korrelativer Indikator <input checked="" type="checkbox"/> schlussfolgernder Indikator
5.	Der Indikator hat die Qualität einer...	<input type="checkbox"/> Nominalskala <input type="checkbox"/> Ordinalskala <input type="checkbox"/> Intervallskala <input checked="" type="checkbox"/> Ratioskala
<b>Begründung und Grenzen der Korrespondenz</b>		
6.	Wie lautet die Korrespondenzregel?	Viele besuchte Führungstrainings erhöhen die Führungskompetenzen.
7.	Wie plausibel erscheint dieser Zusammenhang? 0 = unplausibel                      1 = absolut plausibel	0,75
8.	Wie gut kann ein Fehler erkannt werden? 0 = gar nicht                      1 = sehr gut	0,75
<b>Reliabilität und Validität</b>		
9.	Wie valide wird der Indikator eingeschätzt? 0 = gar nicht valide                      1 = sehr valide	1
10.	Wie reliabel wird der Indikator eingeschätzt? 0 = gar nicht reliabel                      1 = sehr reliabel	1
<b>Berechnung des Indikatorwerts</b>		
11.	Welcher Indikatorwert ergibt sich? Indikatorwert = (Summe 7. bis 10.) / 4	<b>0,88</b>

**Bild 4:**      **Indikator-Checkliste Führungswissen\_Indikator I4 (Schulungen)**

Jede Dimension wiederum wird durch mindestens einen Indikator abgebildet. Bei mehreren Indikatoren pro Dimension werden alle als gleichwichtig für die Dimension betrachtet, da für eine sinnvolle Gewichtung kein Kriterium gefunden werden konnte. Zur Bestimmung der Indikatorwerte wurde in Anlehnung an Friedrichs, Kromrey und Meyer die in Bild 4 dargestellte Indikator-Checkliste (hier als Beispiel der Indikator I4 aus Bild 3) erarbeitet. Der dort ermittelte Indikatorwert geht direkt in die Wissenstyp-Checkliste (Bild 3) ein.

Definiert man nun die Abbildungsgüte als die Qualität, mit der der Wissenstyp durch die gewählten Indikatoren abgebildet wird, dann muss die Qualität der Aussage jedes Indikators betrachtet und die Dimensionsrelevanz berücksichtigt werden. Für den Wissenstyp „Führungswissen“ ergibt sich damit wie folgt die Abbildungsgüte (AbbG.):

$$AbbG_{Führungsw.} = \frac{1,0 \cdot [\frac{1}{3}(0,81+0,81+0,81)] + 0,75 \cdot [\frac{1}{2}(0,88+0,75)]}{1,0+0,75} = 0,82 \quad (1)$$

Die allgemeine Formel für die Abbildungsgüte lautet:

$$Abbildungsgüte = \frac{\sum_n (D_n \cdot \frac{1}{I} \sum_i I_{D_n,i})}{\sum_n D_n} \quad (2)$$

$D_n$  = Dimensionsrelevanz der n-ten Dimension

$I_{D_n,i}$  = Indikatorwert des i-ten Indikators der n-ten Dimension

Abschließend sei erwähnt, dass die zum Einsatz kommenden Indikatoren prinzipiell austausch- und entfernbar sind. Der Wert der Abbildungsgüte hängt stark von der Wahl der Dimensionen und den zugehörigen Indikatoren ab. Ein Indikatorwert kann einen Wert zwischen 0 und 1,0 annehmen. Als Grenze wird (ähnlich der technischen Wertigkeit eines Produkts) 0,6 angenommen werden. Ein Indikatorwert kleiner 0,6 entspricht einer Genauigkeit von weniger als 60% und wird damit als zu ungenau angenommen. Bei der Wahl des Werts wurde sich zudem an Hair (siehe [4]) orientiert. Hier soll der Indikatorenwert möglichst über 0,7 (mind. jedoch 0,5) betragen, Indikatoren kleiner 0,4 sind zu eliminieren.


## 5 Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse

Ausgehend von klassisch sozialempirischen Forschungsansätzen wurde in diesem Beitrag ein Messinstrument zur Erfassung von Wissen in der PE erarbeitet, unter gleichzeitiger Entwicklung eines Zahlenwerts (Abbildungsgüte), der zur Beurteilung, wie geeignet die zur Abbildung des Wissenstyps (Wissen wird durch Unter-Wissenstypen beschrieben) gewählten Dimensionen und Indikatoren sind, herangezogen werden kann. Die Ergebnisse sollen im Folgenden kritisch diskutiert werden.

Durch die aufgestellte Forschungsfrage wurde die Erfassung von Wissen in der Produktentwicklung in den Mittelpunkt gestellt. Das vorgestellte Messinstrument bedient sich Elemente der empirischen Sozialwissenschaft. Ein elementarer Schritt bei der Erfassung stellt die Notwendigkeit der strukturgetreuen Abbildung der Realität dar, da etwas nur erfasst werden kann, was wahrgenommen und „greifbar“ gemacht werden kann. Die sich hieraus ergebende dimensionale Analyse wurde durch eine geeignete Dimensions- und Indikatorenentwicklung umgesetzt. In Anlehnung an Schritte und Empfehlungen von Kromrey, Friedrichs sowie Meyer ([5], [3], [6]) sind Checklisten entstanden, die zum einen bei der Erfassung von Wissenstypen in der Produktentwicklung eingesetzt werden können, zum anderen aber auch bereits Aussagen zur Abbildungsgüte, zur eigentlichen Ergebnisqualität des erfassten Wissens liefern. Am Beispiel des Führungswissens wurde die Abbildungsgüte bestimmt. Kritisch sei an dieser Stelle jedoch anzumerken, dass das Ergebnis stark von den gewählten Dimensionen und Indikatoren abhängen kann und damit die richtige Auswahl vorzunehmen ist. Der hierzu notwendige Nachweis wurde, wie in Abschnitt 3 vorgeschlagen, durch Befragungen in der Industrie erbracht. Hierbei wurde untersucht, ob die den gewählten Dimensionen und Indikatoren zugrunde liegenden Annahmen richtig gewählt wurden. Grundsätzlich konnte eine größere Übereinstimmung der getroffenen Vorannahmen mit den tatsächlichen Gegebenheiten in der Realität festgestellt werden. Am Beispiel des Führungswissens (Bild 5) sei hier auszugsweise das Ergebnis vorgestellt. Festgestellt werden kann, dass die getroffenen Annahmen (Einschätzung anhand persönlicher Erfahrungswerte)



der Indikatorwerte teils zu optimistisch waren ( $I_4=0,88$  und  $I_5=0,75$ ). Die resultierende Abbildungsgüte liegt damit unter 60% (0,6). Es muss festgelegt werden, welche Indikatoren weiterhin Anwendung finden ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) und welche ersetzt werden müssen ( $I_4$ ,  $I_5$ ).

<b>Wissenstyp-Checkliste: Führungswissen</b>					
<b>Ergebnisse des Pretests</b>					
8.	Neue Abbildungswerte der Indikatoren				
	<b>Indikator</b>	<b>Indikatorwert</b>	<b>Dimension</b>	<b>Dimensionsrelevanz</b>	<b>Abbildungswert</b>
	I1	0,81	D1	1	0,81
	I2	0,81	D1	1	0,81
	I3	0,81	D1	1	0,81
	I4	0,25 	D2	0,75	0,19
	I5	0,38	D2	0,75	0,29
9.	<b>Welche Abbildungsgüte kann anhand der Indikatoren erreicht werden?</b>			<b>0,60</b>	
10.	Welche Indikatoren sind nicht optimal?			I4, I5	
11.	Welche Indikatoren können direkt übernommen werden?			I1 – I3	

**Bild 5: Pretest-Ergebnis für Wissenstyp „Führungswissen“ -**

Die Frage, wie viele Indikatoren herangezogen werden müssen, um eine Dimension bestmöglich zu beschreiben, wurde bisher nicht adressiert. Entscheidend für eine spätere übergeordnete Bewertung des Wissens in der Produktentwicklung ist eine idealerweise vollständige Identifizierung und Erfassung des notwendigen Wissens – in ausreichender Güte. Abschließend sei festzuhalten, dass sich das Konzept der Checklisten als grundsätzlich geeignet herausgestellt hat. Das Vorgehen der Bestimmung einer Abbildungsgüte schafft die notwendige Transparenz im Rahmen der Indikatorentwicklung zur Abbildung von PEW.

## 6 Ausblick

Erste Untersuchungen in der Industrie haben eine gute Übereinstimmung der Annahmen in den Checklisten der einzelnen Wissenstypen ergeben. Dennoch sind Anpassungen einiger Indikatoren notwendig, die vorgenommen und evaluiert werden müssen.

Die in Bild 1 vorgestellte Vorgehensweise hat das Ziel, letztendlich zur Verbesserung der Wissensbasis im Unternehmen beizutragen. Hierzu existieren Überlegungen, die eine tiefgehendere Erfassung mancher Wissenstypen im Fokus haben. Nur wenn der jeweilige strukturelle Aufbau eines Wissenstyps bekannt ist, kann dieser in adäquater Form erfasst, bewertet und weiterentwickelt werden.

## 7 Literatur

- [1] Bortz, J; Döring, N (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Medizin Verlag, Heidelberg.
- [2] Ehrlenspiel, K (2003): Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. Carl Hanser Verlag, München/Wien.
- [3] Friedrichs, J (1990): Methoden empirischer Sozialforschung. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- [4] Hair, A; Black, W; Babin, B; Anderson, R (2009): Multivariate Data Analysis – A global perspective. Pearson Education Inc., New Jersey.
- [5] Kromrey, H (1998): Empirische Sozialforschung. Leske+Budrich, Opladen.
- [6] Mertins, K; Alwert, K; Heisig, P (2005): Wissensbilanzen – Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln. Springer-Verlag, Heidelberg/Berlin.
- [7] Meyer, W (2004): Indikatorenentwicklung, Eine praxisorientierte Einführung. Centrum für Evaluation (CEval), Saarbrücken.
- [8] Nonaka, I (1991): The knowledge creating company. Harvard Business Press, Boston/Massachusetts.
- [9] Probst, G; Raub, S; Romhardt, K (2006): Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler Fachverlage, Wiesbaden.
- [10] Roth, D; Binz, H; Watty, R (2009): Anforderungen an eine Methode zur Bewertung von Wissen in der Produktentwicklung. In: Brökel, K; et al. (Hrsg.), Tagungsband des 7. Gemeinsamen Kolloquium Konstruktionstechnik: Vernetzte Produktentwicklung: Methoden und Werkzeugkopplung. Bayreuth.
- [11] Roth, D; Binz, H; Watty, R (2010): Generic structure of knowledge within the product development process. In: Marjanovic, D; et al. (Hrsg.), Proceedings of the DESIGN 2010 – Volume 3. Zagreb.
- [12] Westkämper, E (2006): Einführung in die Organisation der Produktion. Springer-Verlag, Heidelberg/Berlin.

# Managing and facilitating knowledge creation in collaborative settings

**Stefan Thalmann**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
6020 Innsbruck, stefan.thalmann@uibk.ac.at

**Isabella Seeber**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
6020 Innsbruck, isabella.seeber@uibk.ac.at

## Abstract

Knowledge creation is of high importance for organizations that are characterized with knowledge-intensive work to reach and sustain organizational advantage. However, sharing and managing codified, externalized knowledge for further development within groups has shown to be cumbersome and challenging. Within this proposition paper we suggest a model based on the seeding – evolutionary growth – reseeding model which is adapted for collaborative work settings and describes the development of knowledge assets. We argue that knowledge management can benefit and further increase team performance when the appropriate time for management intervention can be predicted. For this purpose parameters, determining the development of explicated knowledge, need to be applied so that knowledge artifacts but also reoccurring collaboration processes ready for combination can be detected. By combining existing knowledge assets new knowledge can be created which can be “re”-seeded within the same or another similar collaborative setting.

## 1 Introduction

For some time now, organizations have recognized knowledge as a primary resource for producing goods and services, which enables an organization, when managed accordingly, to increase effectiveness, efficiency, and competitiveness [42]. Consequently, the appropriate handling of knowledge within organizations is in the focus of knowledge management initiatives that strive to improve organizational effectiveness as well as to create and sustain superior competitive positions [22]. Processes of knowledge creation after [29] comprising internalization, externalization, socialization, and combination, are under focus of this paper, since knowledge creation seems to impact innovation and hence competitive advantage [17]. In this regard, organizations are challenged with the ability to effectively apply existing knowledge to create and apply new knowledge [1]. Knowledge creation is primarily performed in collaborative settings and consequently studying knowledge creation on a group level seems very promising [44].

Usually, employees have a comprehensive base of information and knowledge available that they can draw upon [4]. However, they are challenged with the decision which kind of codified knowledge is important and needs attention [33].

Appropriate management interventions can facilitate knowledge development [17] by combining stacks of existing codified knowledge, developed by groups, into a set of consolidated, qualified and reusable knowledge assets. These can subsequently be fed back to the same or a similar group. Knowledge assets are understood as explicated knowledge in documents, manuals, images, routines, etc. [46]. We understand collaborative knowledge creation as a seeding – evolutionary growth – reseeding (SER) [6] process which is basically problematic to manage, since groups are typically self-organized [13]. However, when parameters can represent the evolution of knowledge assets, they can be used to determine when these assets are mature for consolidation and (re)combination. The goal of this paper is to propose a model which supports the management of collaborative knowledge creation and to identify the future research avenues.

The paper is structured as follows. Section 2 will introduce the basic ideas related to knowledge creation, collaboration and the management of organizational knowledge by providing analogously a short review of the literature. The subsequent Section 3 introduces the SER model adapted for collaborative settings with an application scenario. Section 4 points to managerial and technical challenges that come along with a potential implementation. Section 5 will conclude this paper and gives an outlook.

## **2 Related work**

Knowledge creation is highly complex, organization-specific, and highly tacit, has a causally ambiguous nature and is usually performed in collaborative settings [3, 19, 44]. The collaborative knowledge creation is not necessarily performed linear and is instead performed by cycles of creation and maintenance [34]. Hence, the process of knowledge creation itself is difficult to measure and to manage [3, 19, 27, 44]. The output of this process, i.e. the created knowledge, can be investigated. The output of such processes are knowledge assets comprising product specifications or prototypes which represents the realization of a new idea [27, 28]. The goal should be to influence the black box of knowledge creation during collaboration by analyzing the output and adapting the input.

In the following we will outline the basic existing research approaches that follow our approach. First, the evolution of knowledge as well as knowledge creation processes will be introduced. Then, knowledge creation in collaborative settings will be outlined and challenges highlighted. Finally, issues for knowledge management will conclude this section.

### **2.1 The creation and development of knowledge**

In analogy to the evolution known from biology, knowledge is also subject of growth, development and maturing [20]. Several models in literature can be found which describe maturing of people, e.g. competencies, of objects, i.e. documents or services or of social systems, e.g. communities or processes [14]. In this regard, maturing of knowledge is related to an increase of its value [11]. Hence, the process of knowledge maturing seems interesting to receive management attention.

As in Darwin's theory of evolution, a process of variety-generation, i.e. recombination of knowledge and selection, can be found in knowledge development processes [20]. In this regard, the generation of new variants is performed in a continuous process of knowledge creation [30]. The selection of these variants is supported by the organization and is guided by organizational goals and requirements [20]. Knowledge which fits best to (changed) organizational settings [28], which is on a higher level of maturity [24] or which promises new innovations [20] can be selected. After selection, knowledge has to be shared so that the organization is able to translate it into a competitive advantage [5]. In this regard, an evolutionary development of the knowledge can be assumed and thus a cycle originates.

## **2.2 Knowledge in collaborative settings**

The term collaboration is used throughout literature and practice in many contexts and can be associated with a number of meanings. In this paper we adopt [15]'s understanding who envision collaboration as a process or a system. When understanding collaboration as a process, it exists of a sequence of actions that are performed by a group to achieve a common goal. Collaboration understood as a system, relates to a group, interaction purposefully, possibly supported by collaboration technology in (a)synchronous settings [15]. Since individuals possess specialized knowledge, organizations have interest in generating new or combining existing knowledge by putting people together to obtain competitive advantage [8]. [29] differentiate between four knowledge levels comprising individual, group, organizational knowledge and inter-organizational knowledge [29]. While encoding, organizing, and recalling of knowledge occurs within an individual's mind, the use and exchange of shared knowledge elements is a collective process. In this regard, individuals can gather new knowledge or restructure their mental models of existing knowledge collaboratively from the environment initiated by unforeseen triggers. Here, collective processes are typically self-organized and groups regulate and organize their knowledge creation processes by themselves [13]. Typically five underlying processes comprising, (1) initiation – starting with a knowledge seed, (2) crystallization – adding context, (3) sharing – distributing in community, (4) qualification – validating new knowledge, and (5) combination – refining, excluding, sorting and categorizing new knowledge, which results in knowledge creation [17]. With respect to KM, organizations strive to combine explicit knowledge into more complex sets of explicit knowledge, since these processes facilitate innovation. It has been shown, that the integration of distributed knowledge, referring to the combination of knowledge, appears to have the most effect on organizational knowledge [39]. However, the reuse of codified knowledge is often challenging due to team members that fail to share and integrate valuable knowledge [29] or due to appropriate contextualization [37]. Group interaction supported by social media, e.g., social-tagging, wikis, weblogs, provide means to facilitate the exchange and creation of knowledge [1, 13].

Summarizing, collaboration enables knowledge creation on the collective level as well as individual learning. Since groups organize their processes by themselves in a flexible way, appropriate support from a management perspective appears to be challenging. A variety of ICT in general or social media in particular can be provided to support the collaboration and hence the creation of knowledge. However, organizations struggle with the purposeful combination of codified knowledge that was generated in such processes.

### 2.3 Management of organizational knowledge

The effective management of knowledge has emerged as a critical source of organizations competitive advantage [5]. In this regard, knowledge can be considered as production factor or even as key production factor for many businesses [8, 21]. However, in contrast to traditional production factors, such as raw materials or machines, knowledge has some characteristics which make the management more difficult. Knowledge is hard to identify, and even more difficult to value and deploy [5]. Knowledge depends on human beings and their actions and it is difficult to codify [28]. Furthermore, knowledge highly depends on its social context of its creation and absorption [21]. Hence, unlike data or information, knowledge cannot easily be transferred or distributed, resulting in high costs for knowledge transfer [36]. Due to the fact that more knowledge is not always better, the determination of the right quantity of knowledge and the right piece of knowledge is challenging [38].

Considering these characteristics of knowledge, its management has to ensure that the right knowledge is available in the right form, in the right quantity, to the right processor, at the right time, and to reasonable cost [12]. From a strategic point of view, knowledge management in organizations can be implemented by primarily using the personalization strategy, i.e. supporting the communication between experts, or by primarily using the codification strategy, i.e. focusing on documentation and sharing of codified knowledge [10]. However, organizations cannot neglect one stream and thus a 80:20 mix of both strategies is usual [10]. The first strategy relies on the idea that the organizational knowledge is the sum of the knowledge hold by employees [40]. Hence, knowledge can be selected by choosing employees and bringing them together or by establishing communication channels among them. The second strategy relies on the idea of the organizational memory, in which the codified organizational knowledge can be stored [16]. Needed knowledge can be selected from internal sources, i.e. the organizational memory and it can be made suitable for subsequent use[12]. Suitable in this regard means to prepare the selected knowledge taking the context of receivers into account and to deliver the knowledge adaptively. In the following the second stream, e.g. the codification strategy should be of primary focus and knowledge management comprises guidance, development and usage of the organizational knowledge base to achieve the organizational goals [31].

The main primer of knowledge creation is the individual knowledge worker interacting in a socio-technical environment [28]. However, knowledgecreation is primarily performed in collaborative settings and consequently studying it in collaborative settings seems very promising[44]. In the following an approach for the management of these knowledge creation processes is proposed. The main aim is to provide a framework guiding these processes and aligning them to organizational goals.

## 3 An approach for the management of knowledge creation

The theoretical framework is based on the concept of seeding, evolutionary growth and reseedintroduced by [6]and adapted for the management of knowledge creation and development in collaborative settings. As stated in the former section, there is a need to consolidate and combine stacks of codified knowledge created in collaborative settings. The basic problem in this regard is, that the appropriate time of intervention is dependent on the collaboration process and might vary with respect to tasks and people involved.

With the appropriate monitoring of the outputs originating from a knowledge creation process, e.g. a knowledge element reaches a specific threshold of maturity, a time of intervention can be determined. For this purpose the following section will first introduce the SER-model adapted for collaborative settings and is followed by an exemplary application scenario.

### 3.1 Seeding – Evolutionary growth and Reseeding model

The SER-model is an evolutionary model where in its seeding phase domain expert, initializes the process with existing domain knowledge. In the following evolutionary growth phase, users modify assets as they use them until there is a need for reorganization. In the last process, reseeded, contextualized information will be reformulated so that it is suitable for new or changed requirements [6]. The process is described in the following and visualized in Figure 1.

#### Seeding

Due to the fact that knowledge creation builds on prior knowledge, a basis for this development is needed. Hence, firstly it needs to be decided which ideas should be included [34]. Preferably, a domain expert provides a set of knowledge assets and IT infrastructure to initiate the knowledge creation process. The seeding set is important for the future creation and development of knowledge, because it might influence users' behavior during the following collaborative knowledge creation activities. The seeding knowledge represents the point of departure and defines the start points of the collaborative knowledge creation paths. By defining the initial set, the organization is able to influence some characteristics of the collaboration process and the created artifacts [26]. Summing up, the seeding phase is a management phase in which the input of the knowledge development is defined.

#### Evolutionary growth

In the evolutionary growth phase, the collective cooperates, communicates and coordinates to reach their common goal. The community refines the initial ideas and accommodates to the multiple perspectives of the community members and their ideas [34]. Through externalization processes, new or developed knowledge gets captured within explicated knowledge assets, i.e., documents, and is subsequently stored and shared within the group. At some point however, variants of knowledge, i.e. results of the collaborative knowledge creation, become apparent and (1) a combination and consolidation of the created knowledge is required to ensure further successful collaboration as well as (2) gardening and selecting developed knowledge seems promising. Gardening in this context describes the organizational activity to transfer valuable, newly combined, knowledge assets, into some form of organizational knowledge so that it can be reused by others without losing its context. Hence, gardening facilitates the detection of relevant explicated knowledge so that it can be secured, distributed and transferred to other knowledge workers. Furthermore, it can be beneficial to consolidate and combine the created knowledge to react on changed requirements or to introduce new knowledge in order to stimulate further development. The knowledge creation is performed in a collaborative black box process. However, the determination of the right moment to switch to the reseeded phase is challenging. This determination requires an investigation of the outcomes by monitoring observable or better automatically discoverable parameters of the evolutionary growth phase.

#### Reseeding

After a need for reorganization, stimulation or gardening, was detected the *reseeded phase* is performed by domain experts. Modified as well as newly created knowledge assets are screened

and in case of a useful contribution they are selected and added to the organizational knowledge base. These knowledge elements can replace older versions or they can be added as adapted version, i.e. prepared for a specific target group. Apart from gardening and using created knowledge for other purposes, the further development of the underlying collaboration process is in the main focus. Supposed insufficient knowledge assets are excluded from the seed to make it more clearly arranged. Furthermore, new knowledge elements can be added to stimulate the development in a certain direction. Especially this activity can be used to guide and facilitate the knowledge development in organizations. Finally, the modified set of knowledge elements is used as input for the seeding process.

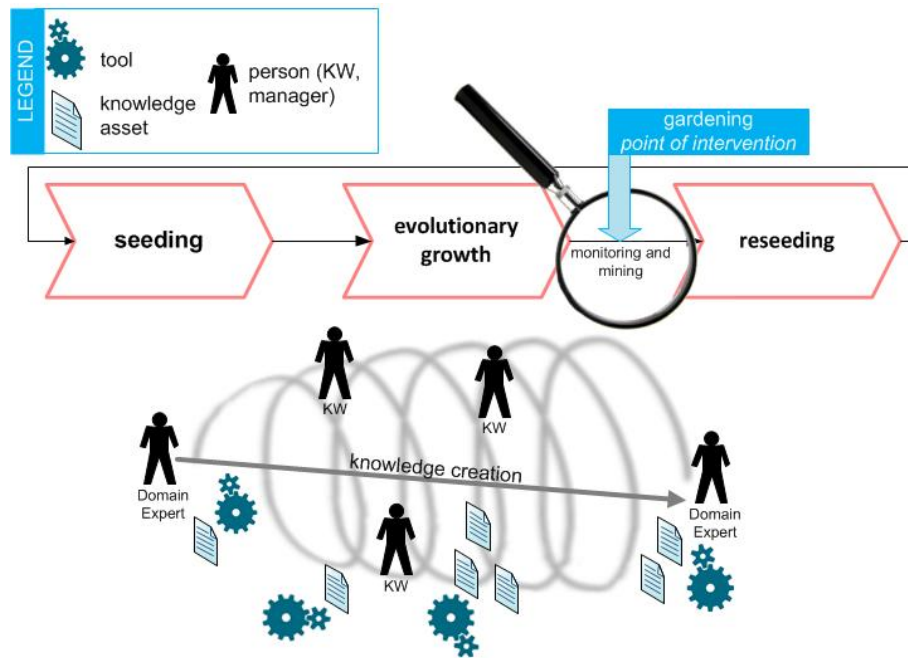


Figure 1: SER model for managing knowledge creation in collaborative settings

### 3.2 A scenario

The following scenario will describe a collaboration problem and how the proposed model can support effective management of collaborative knowledge creation and development:

#### The seeding phase

*A project manager of a telecommunication agency defines for her project team a new task that aims at proposing new or improved product features. For this purpose she uses on Microsoft SharePoint2010 (SP10) as the collaboration platform and uploads a number of input documents that comprise complaint reports of similar products and uses the list functionality to provide initial features that represent current must-haves. This workspace on SP10 is also connected to her Microsoft Outlook application from where she invites her project team and creates tasks that are synchronized between the two applications.*

#### The evolutionary growth phase

*Based on the information the team has, they start searching for innovative product features by browsing the internet. Work routines emerge that implicitly hold knowledge and only a fraction is externalized to the collaboration platform. For example the team finds a number of relevant*



*information during their search processes which they bookmark. Some team members select the deemed most important ones and store them on SP10. Also weekly meetings are held to update each other on the progress. For each meeting, regardless if it's held face-to-face or virtual, meeting minutes get created from a team member and collected in the repository for meeting management. Documents are collected in SP10 repositories and tagged with the name of the creator and editors, timestamps for creation and latest changes, with the type of the feature, whether it is a technical, a service, or a marketing feature. Some team members use the blog functionality and post news or ideas regarding the current features. For fast communication or immediate problems and open questions also messaging services are used that allow for synchronous collaboration. Over time, ideas of team member's start to converge, they discuss and negotiate further steps and they develop their own solutions. For this purpose, blog posts receive comments and initial lists of features get extended with recommendations how to adapt them to the organization's product line. Steadily the available codified knowledge grows leading to the challenge that KWs are confronted with too much potential resources but lack understanding what is important and needs their attention.*

*An integrated tracking tool follows all user interactions of the project team and collects information which kind of knowledge elements are changed or composed from which parts of other knowledge elements. Content-related parameters, such as readability scores or version changing scores track how knowledge elements, i.e., blog posts or documents, develop over time. As soon as a number of parameters exceed a predefined value, the tracking tool notifies the project manager.*

#### The reseeding phase

*The tracking tool notified the project manager that a set of knowledge assets require her attention. To ensure that the project team does not lose track of their codified knowledge it is now important to consolidate available knowledge sources. Subsequently, a further cycle of collaboration is initiated and valuable versions of newly created knowledge are stored to the organizational knowledge base. The project manager includes ideas from the blog posts into a list that will be public to the whole organization and hence represents first results of their project. Some other interesting features still lack of description detail and how to adopt them for the organization's product line. Hence, they are used as seed for another cycle.*

## **4 Discussion**

Some challenges of the proposed approach for the management of knowledge creation in collaborative settings remain. The first challenge for implementing the proposed approach is the definition of parameters suitable to judge on the (development) status of the created knowledge and on the status of the collaboration processes. To determine the point of intervention in the evolutionary growth phase, suitable parameters should indicate that knowledge assets are ready for gardening or restructuring. Parameters need to be automatically determined to realize a technical solution and support the proposed approach. Due to the fact that the appropriateness of knowledge elements for certain settings (determination of the suitable seed) substantially depends on the characteristics of the setting itself, suitable parameters describing the collaborative setting are required as well. In the following we discuss these two main aspects, parameters for knowledge elements and the collaborative setting, and also propose an agenda for future research.

Several attributes of codified knowledge, e.g., volatility, usage, proficiency, etc. are discussed in the literature, see [11] for example. In the case of knowledge elements these attributes are represented by meta data which are needed for administration and exchange [26]. General and technical metadata elements, like language, author, size or duration can easily be gathered by automatic techniques[2]. However, many attributes refer to the context of the knowledge, such as creation and application context or relationships to other knowledge elements. The automatic determination of these important yet complex aspects by attributes seems to be very challenging [33]. Collaborative approaches like collaborative tagging involving users in the annotation and hence in the determination process seem suitable for those attributes that typically need more interpretation, like subject or interactivity level[2]. Building on existing standards and specifications for meta data and the existing research on gathering meta data seem promising for the further research.

Metrics to measure the information quality, like readability, information noise, volatility, informativeness[43] or metrics to judge on the quality of articles created by online communities taking the authors reputation [18] or experience [34] into account can be used to identify high quality articles and it seems very promising to apply them for monitoring the knowledge development. The cohesion and coherence of texts, which influences the accessibility of knowledge to different user groups, seem very promising in this regard as well [7]. Metrics investigating the life cycle of Wiki articles can be used to determine the development stage and hence the quality of articles [47]. Due to the fact that quality metrics, cohesion and coherence metrics as well as life cycle metrics can be automatically assessed, one important prerequisite of appropriate parameters is fulfilled. Based on the existing work in quality metrics for text documents the most promising metrics should be selected and applied in real world or experimental settings. This further research and especially the validation and probably the adaptation of proposed metrics to requirements of the proposed approach seem very valuable next steps.

Knowledge can also be manifested in actions and routines and hence representing shared know-how [46]. Approaches such as pattern-based task management [37] offer interesting new research streams how to capture procedural knowledge from daily working procedures. With respect to the definition of developed knowledge, additional research challenges arise that relate to suitable parameters and metrics to assess the point of intervention.

In addition to attributes describing the created knowledge also attributes describing the application context (determination of the seed) or the creation context (determination of reseed and description of gathered knowledge) of knowledge is required. To ensure effective flow of codified knowledge, there is a need that an individual A shares to some degree the same knowledge base, i.e., tacit knowledge, as individual B, shared meaning and mutual understanding. Hence, an arising issue in this regard is the amount of contextual information necessary for a person or group's knowledge to be understood by another [1]. This means that a team member might perceive knowledge asset relevant in one context, during one task, but differently in another task. In this regard, six types of dimensions have been proposed to visualize and categorize knowledge. The dimension comprise (1) time (when?), (2) topic (what?), (3) location (where?), (4) person (who?), (5) process (why?), and (6) type (how?)[23] extended with the concept of technology to describe technical attributes and used for adaptation purposes [25]. A possible approach to implement these dimensions is related to contextualized attention metadata (CAM), which describes computer-related activities by users in an XML format[41].

Core elements comprise e.g., group (who), feed[45], item (how), event (when), session (where), and action (why). This representation context should be standardized [32] which opens up one stream of potential research. There exists already a good set of research literature related to the description and formal representation of context for implementation purposes, see for example [9, 35, 41]. However, the detection of the current task a worker is involved in is central and is still part of many discourses. The challenge in this regard is the automatic determination of a user's task to improve the understanding of the current situation.

So far we have highlighted that the determination of the start point for the reseeding phase is challenging. Initiating the reseeding phase terminates the evolutionary growth phase conversely and ongoing knowledge creation activities are probably interrupted. These activities can be continued after reseeding, but possible effects should be considered in the decision for starting the reseeding. Due to the fact that the evaluation of such a collaborative setting is very complex and requires an intuitive understanding, this decision should be performed by a human actor. Hence, the monitoring of the set of parameters should result in a notification of the decider by providing further adequate information for decision support. In this regard, an interesting research project relates to the empirical investigation of situations in which a reseeding is considered beneficial.

The aim of the organizational knowledge creation theory is to identify factors impacting on knowledge creation and the development of knowledge [28, 30]. These factors are very valuable starting points for the determination of the seeding and reseeding set. Goal of both sets is the facilitation and the guidance of the collaborative knowledge creation. Influencing and guiding groups by variation of the starting set was researched and shown for collaborative tagging [26]. Tie on this prior research and adapt both streams to the proposed framework is a promising next step.

## 5 Conclusion

This position paper proposes a management approach to facilitate the organizational knowledge creation in collaborative settings by adapting the SER model. The approach is intended to provide opportunities to guide organizational knowledge creation processes. Furthermore, the gardening of created knowledge and hence the integration into the organizational knowledge base should be facilitated. For an efficient application of the proposed approach an ICT support is considered crucial. In this regard the efficient monitoring of collaborative knowledge creation processes is the most important point. Especially for the determination of the right moment for the reseeding and gardening such a monitoring is mandatory. The monitoring could be realized by parameters indicating the quality of the developing knowledge of knowledge artifacts as well as parameters indicating the status of the collaboration process.

The developments of both groups of indicators are part of future research. However, possible research avenues for the investigation of such indicators in future research were outlined. On the one hand the feasibility and suitability of indicators for knowledge artifacts should be investigated from a technical perspective taking existing technologies into account. On the other hand real world knowledge creation processes could be explored to identify the most meaningful parameters for collaborative knowledge creation processes.

## Acknowledgements

This work was co-funded by the European Commission under the Information and Communication Technologies theme of the 7th Framework Programme, Integrating Project ARISTOTELE (contract no. FP7-257886).

## 6 Literature

- [1] Alavi, M. and D.E. Leidner (2001): *Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues*. MIS Quarterly, **25**(1): p. 107-136.
- [2] Bauer, M., R. Maier, and S. Thalmann (2010): *Metadata Generation for Learning Objects. An Experimental Comparison of Automatic and Collaborative Solutions*, in *E-Learning 2010 - Aspekte der Betriebswirtschaftslehre und Informatik*, M.H. Breitner, et al., Editors. Physica Verlag: Heidelberg. p. 181-198.
- [3] Coff, R. (2003): *The emergent knowledge-based theory of competitive advantage: an evolutionary approach to integrating economics and management*. Managerial and Decision Economics, **24**(4): p. 245-251.
- [4] Davis, G.B. (2002): *Anytime/anyplace computing and the future of knowledge work*. Commun. ACM, **45**(12): p. 67-73.
- [5] Dutta, S. (1997): *Strategies for implementing knowledgebased systems*. IEEE Transactions on Engineering Management, **44**(1): p. 79-90.
- [6] Fischer, G., J. Grudin, R. McCall, J. Ostwald, D. Redmiles, B. Reeves, and F. Shipman (2001): *Seeding, Evolutionary Growth, and Reseeding: The Incremental Development of Collaborative Design Environments*, in *Coordination Theory and Collaboration Technology*, G.M. Olson, T.W. Malone, and J.B. Smith, Editors. Erlbaum Publishers: Mahwah, New Jersey, USA. p. 447-472.
- [7] Graesser, A.C., D.S. Mc Namara, M.M. Louwerse, and Z. Cai (2004): *Coh-Metrix: Analysis of text on cohesion and language*. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers **36**(2): p. 193-202.
- [8] Grant, R. (1996): *Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm*. Strategic Management Journal, **17**: p. 109-122.
- [9] Haake, J.M., T. Hussein, B. Joop, S. Lukosch, D. Veiel, and J. Ziegler (2010): *Modeling and Exploiting Context for Adaptive Collaboration*. International Journal of Cooperative Information Systems, **19**(01&02).
- [10] Hansen, M.T., N. Nohria, and T. Tierney (1999): *What's Your Strategy for Managing Knowledge?* Harvard Business Review, **77**(2): p. 106-116.
- [11] Holsapple, C.W. (2003): *Knowledge and Its Attributes*, in *Handbook of Knowledge Management: Knowledge Matters*, C.W. Holsapple, Ed. Springer: Berlin. p. 553-575.
- [12] Holsapple, C.W. and K. Jones (2004): *Exploring Primary Activities of the Knowledge Chain*. Knowledge and Process Management, **11**(3): p. 155-174.

- [13] Kimmerle, J., J. Moskaliuk, U. Cress, and A. Thiel (2011): *A systems theoretical approach to online knowledge building*. *AI & Society*, **26**(1): p. 49-60.
- [14] Kohlegger, M., R. Maier, and S. Thalmann (2009): *Understanding Maturity Models. Results of a Structured Content Analysis.*, in *9th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies*, K. Tochtermann and H. Maurer, Editors., J.UCS: Graz, Austria. p. 51-61.
- [15] Kolfschoten, G. and G.-J.D. Vreede (2009): *A Design Approach for Collaboration Processes: A Multimethod Design Science Study in Collaboration Engineering*. *J. Manage. Inf. Syst.*, **26**(1): p. 225-256.
- [16] Lehner, F. (2000): *Organisational Memory - Konzepte und Systeme für das organisatorische Lernen und das Wissensmanagement*. München: Hanser.
- [17] Lichtenstein, S. (2004): *Knowledge development and creation in email*.
- [18] Lim, E.P., B.Q. Vuong, H.W. Lauw, and A. Sun (2006): *Measuring Qualities of Articles Contributed by Online Communities*. in *Proceedings of the 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*. Hong Kong.
- [19] Lippman, S.A. and R.P. Rumelt (1982): *Uncertain imitability: analysis of interfirm differences in efficiency under competition*. *Bell Journal of Economics*, **13**(Autumn): p. 418-438.
- [20] Loasby, B.J. (2002): *The evolution of knowledge: beyond the biological model*. *Research Policy*, **31**(8-9): p. 1227-1239.
- [21] Maier, R. (2007): *Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management*. 3rd ed. Berlin. XII, 630 S.
- [22] Maier, R., T. Hädrich, and R. Peinl (2009): *Enterprise Knowledge Infrastructures*: Springer-Verlag New York, Inc.
- [23] Maier, R. and J. Sametinger (2004): *Peer-to-peer information workspaces in infotop*. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, **14**(1): p. 79-102.
- [24] Maier, R. and A. Schmidt (2007): *Characterizing Knowledge Maturing: A Conceptual Model Integrating E-Learning and Knowledge Management*. in *4th Conference of Professional Knowledge Management (WM07)*. Potsdam.
- [25] Maier, R. and S. Thalmann (2007): *Describing learning objects for situation-oriented knowledge management applications*. in *4th Conference of Professional Knowledge Management (WM07)* Potsdam: GITO Verlag.
- [26] Maier, R. and S. Thalmann (2008): *Institutionalised collaborative tagging as an instrument for managing the maturing learning and knowledge resources*. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, **1**(1/2): p. 70-84.
- [27] Mitchell, R. and B. Boyle (2010): *Knowledge creation measurement methods*. *JOURNAL OF KNOWLEDGE MANAGEMENT*, **14**(1): p. 67-82.
- [28] Nonaka, I. (1994): *A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation*. *Organization Science*, **5**(1): p. 14-37.
- [29] Nonaka, I. and H. Takeuchi (1995): *The Knowledge-Creating Company*. New York: Oxford University Press.

- [30] Nonaka, I., G. von Krogh, and S. Voelpel (2006): *Organizational Knowledge Creation Theory: Evolutionary Paths and Future Advances*. Organization Studies, **27**(8): p. 1179-1208.
- [31] North, K. (2005): *Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen*. 4. Auflage ed. Wiesbaden: Gabler.
- [32] Pawlowski, J.M. and M. Bick (2006): *Managing & re-using didactical expertise: The Didactical Object Model*. Educational Technology & Society, **9**(1): p. 84-96.
- [33] Pinkwart, N., M. Jansen, M. Oelinger, L. Korchounova, and U. Hoppe (2004): *Partial Generation of Contextualized Metadata in a Collaborative Modeling Environment*. in *2nd International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning*. Eindhoven, The Netherlands.
- [34] Ransbotham, S. and G.C. Kane (2011): *Membership Turnover and Collaboration Success in Online Communities: Explaining Rises and Falls from Grace in Wikipedia*. MIS Quarterly, **35**(3): p. 613-627.
- [35] Rath, A.S., D. Devaurs, and S.N. Lindstaedt (2009): *UICO: an ontology-based user interaction context model for automatic task detection on the computer desktop*, in *Proceedings of the 1st Workshop on Context, Information and Ontologies*. ACM: Heraklion, Greece. p. 1-10.
- [36] Rehäuser, J. and H. Krcmar (1996): *Wissensmanagement in Unternehmen*, in *Managementforschung - Wissensmanagement*, G. Schreyögg and P. Conrad, Editors. Gruyter: Berlin. p. 1-40.
- [37] Riss, U. (2011): *Pattern-Based Task Management as Means of Organizational Knowledge Maturing*. International Journal of Knowledge-Based Organizations **1**(1): p. 20-41.
- [38] Roehl, H. (2000): *Instrumente der Wissensorganisation - Perspektiven für eine differenzierende Interventionspraxis*. Wiesbaden: Gabler.
- [39] Sabherwal, R. and I. Becerra-Fernandez (2003): *An Empirical Study of the Effect of Knowledge Management Processes at Individual, Group, and Organizational Levels\**. Decision Sciences, **34**(2): p. 225-260.
- [40] Schauer, H. (2009): *Unternehmensmodellierung für das Wissensmanagement*. Saarbrücken: VDM.
- [41] Schmitz, H.-C., M. Wolpers, U. Kirschenmann, and K. Niemann (2011): *Contextualized Attention Metadata*, in *Human Attention in Digital Environments*, C. Roda, Editor. Cambridge University Press: New York.
- [42] Schultze, U. and D.E. Leidner (2002): *Studying Knowledge Management in Information Systems Research: Discourses and Theoretical Assumptions*. MIS Quarterly, **26**(3): p. 213-242.
- [43] Stvilia, B., M.B. Twidale, L.C. Smith, and L. Gasser (2005): *Assessing information quality of a community-based encyclopedia*. in *Proceedings of the International Conference on Information Quality*.
- [44] Styhre, A., J. Roth, and A. Ingelgard (2002): *Care of the other: knowledge-creation through care in professional teams*. Scandinavian Journal of Management, **18**(4): p. 503-520.

- [45] Technology\_Enhanced\_Learning\_Committee (2004): *Report of the Technology Enhanced Learning Committee*. University of Texas: Austin. p. 21.
- [46] von Krogh, G., I. Nonaka, and L. Rechsteiner (2011): *Leadership in Organizational Knowledge Creation: A Review and Framework*. Journal of Management Studies.
- [47] Wöhner, T. and R. Peters (2009): *Assessing the quality of Wikipedia articles with lifecycle based metrics*. in *Proceedings of the 5th International Symposium on Wikis and Open Collaboration (ACM WikiSym '09)*. Orlando, Florida.





# Optimising allocation of knowledge workers to learning measures for competence development

**Gabriela Waldhart**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
6020 Innsbruck, E-Mail: gabriela.waldhart@uibk.ac.at

**Stefan Thalmann**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
6020 Innsbruck, E-Mail: stefan.thalmann@uibk.ac.at

**Ronald Maier**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
6020 Innsbruck, E-Mail: ronald.maier@uibk.ac.at

## Abstract

Competence development of knowledge workers is a primary concern at the crossroads between human resource development (HRD) and knowledge management. HRD needs to facilitate competence development for self-organised knowledge workers and to align it with organisational goals. The aim of this paper is to support decision makers in allocating knowledge management and e-learning efforts in HRD. Motivated by a case study and its identified knowledge work practices, we propose a mathematical model optimising the allocation of workers to competence development measures. The suggested model is intended to support HRD decision making. Moreover, the paper discusses challenges of the identified knowledge work practice that could not be addressed and presents suggestions for extensions of the model that may solve these additional challenges.

## 1 Introduction

In knowledge management (KM) [17] the research areas of competence management (CM) and e-learning support identification and transfer of knowledge and help to focus on skill development of workers [11]. Successful management of knowledge transfer is difficult [3] and a greater emphasis on the development of individual competences means a greater demand on the effort, flexibility and motivation of the employees and human resource development (HRD) professionals [5]. Besides, distinctive organisational competences are deemed fundamental for the success of knowledge intensive organisations [14], which requires a refined HRD approach with traceable and justifiable decisions.

Competence development of knowledge workers is a primary concern in KM, no matter whether an organisation pursues a codification or a personalisation strategy [19]. In the case of a personalisation strategy, the individual knowledge worker and her competencies are focused, and knowledge transfer is facilitated primarily directly between people. This emphasises the importance of knowledge workers' competencies and their individual development so that they are prepared to take on novel problems in situations that are highly complex and less foreseeable. In the case of a codification strategy, competencies of knowledge workers are developed with an emphasis on documented knowledge as an instrument to support this process and a focus on rolling out so that they can be administered and applied repeatedly by knowledge workers for problems that are (partially) known with a high chance of success in explicitly specified contexts. In both cases, allocating measures to develop competencies of knowledge workers is crucial. The fact that knowledge workers often know themselves best about the problems they encounter and are well trained to act in a self-organised way, HRD needs a well-defined process to allocate resources to knowledge workers to justify its decisions and negotiate them with an increasingly self-conscious clientele. There is an increasing amount of data available about knowledge workers' competencies in organizations as well as about documented learning measures. Also, HRD needs to facilitate partly self-organised competence development and to align it with organisational goals, concretely selecting directions of competence development. These developments taken together, render it worthwhile to support these complex decisions to increase the visibility of the decision process, level of justification and potentially commitment towards the resulting resource allocations. Also from the workers' perspective such an approach is valued if the preferences for learning and improving competences are deliberated. By involving workers in the competence development, their commitment to the organisation, motivation, productivity and thus the success of a project, as well as the innovativeness are known to be improved [7,10,44].

This paper focuses on the investigation of these KM aspects and is placed at the intersection of HRD and CM. The aim is to investigate the decision process allocating learning measures to employees to achieve required competences on a certain level. Due to the high complexity and the strategic dimension of the underlying decision, a complete quantification and automation of the decision seems impossible. However, pre-structuring the decision problem and formally describing the main determinants is a first important step to help evaluate decision alternatives and provide traceable and justifiable arguments for allocating learning measures to knowledge workers. The ambition is to enhance the decision quality rather than to automate the decision problem [1].

In the following article, we first describe a case study performed in two organisations that provided a detailed account of a work practice that allows us to illustrate how the intended decision support in HRD helps solving a practical problem in the described context (Section 2) followed by a positioning of the analysed work practice. Subsequently, we give an overview of constructs identified in related research and propose an optimisation model (Section 3). The discussion (Section 4) outlines additional challenges in HRD that could not be addressed in the model and presents suggestions for extensions that may solve these additional challenges. The paper finishes with the conclusion (Section 5).

## 2 Case study

We performed a case study in two medium-sized organisations [29]. Goal of the study was to receive a deeper understanding of current knowledge work processes or practices (such as the ones described in [9]), informing practices found in an ethnographic study [39], self-organised workplace learning patterns [35], CM processes as developed in a case study approach [25] and, more concretely, the work practice “training” found in an empirical study based on semi-structured interviews [21]. Beyond that, the goal was to identify challenges in the mentioned domains from an information and communication technology perspective [42]. Both studied organisations were chosen for the analysis due to the fact that they have a strong affinity to learning, consider themselves as knowledge-intensive organisation [2], operate in high-tech knowledge-intensive service sectors [12], use ICT in KM and have institutionalised e-learning and CM initiatives. In one of the organisations, employees use their personal learning and workplace environment on a daily basis and get tasks, learning objectives and learning measures assigned via this system. All employees participate in an organisational and personal CM system which lets employees edit their competency profiles, perform tests and show their interests in developing themselves with certain goals in mind.

### 2.1 Study design

The data collection approach chosen was semi-structured interviews with 11 persons working in the organisational units of information technology (IT), human resource management (HRM), legal and general issues, technology and project management, accounting, technology, art/creative, business, and content management. The basis for the interviews was an interviewer guideline comprising 16 open-ended questions covering the domains of business process management and HRM, with emphasis on CM, KM, and innovation management. The question regarding ICT support was always included to determine which processes are supported with a decision support system (DSS). The data gained from the interviews was analysed using the scenario technique [34] and resulted in eight current knowledge work practices (KWP). These KWPs were developed according to the emphasis made by interviewees and the subsequent exploitation of transcriptions by researchers. They include sequences of actions, behaviour of actors, changes in the setting, or the like. The KWPs showed the dynamic work environment of knowledge workers and depicted the constantly changing organisational requirements and a need for flexible assignment of tasks from multiple organisational units. We here refine one of these KWP, namely the assigning of learning measures to knowledge workers, and illustrate it in the organisational scenario.

### 2.2 Scenario

The assignment of project tasks to workers is a regular challenge for the HR manager in the organisation studied. Together with the team leader or project manager, she exploits the CM tool, where all employees are encouraged to keep track of their competences, to see if a person with the requested competence is available. Only if the required competences are present in the company, the project can start. Otherwise, the HR department in coordination with the project manager has to organise learning activities to create or improve a workers' competence to fill the competence gap. The option of employing new workers is only considered if none of the employees is available. This decision on whom to train is made by looking through workers' competence profiles and performing a manual competence gap analysis, meaning the

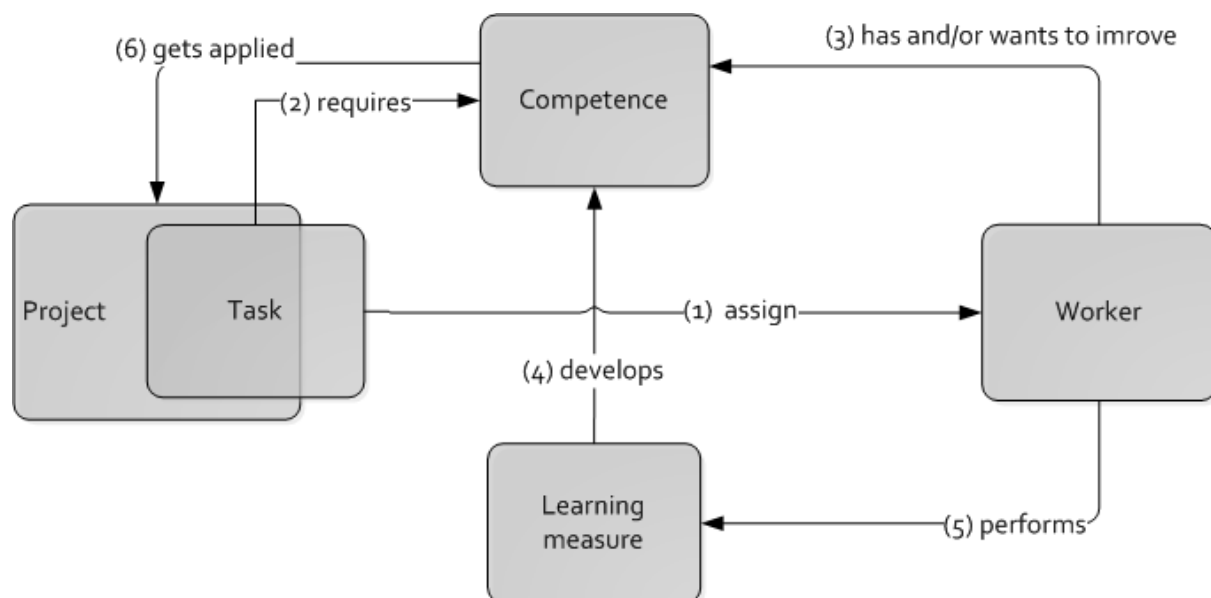
identification of a person which would fit to the job and has competence gaps that are able to fill in the given time. If the person agrees to the development and staffing decision, the person gets assigned learning modules on the organisation's e-learning platform followed by an assessment. Of course, there are also competence development measures outside the organisation's e-learning system, which can be assigned and the worker is encouraged to contact colleagues in case of particular questions.

### 2.3 Assigning learning measures

As the KWP in the case study outlined (Section 2), HRD is challenged in the process of staffing a project team, and beyond. The key question that arises and that we address is:

***Which learning measures should be performed by which worker to develop a required competence?***

Figure 1 depicts the identified constructs of the KWP with relations between them and highlights the challenges of our model that are represented by the relations/interactions among concepts.



**Figure 1: Human resource development knowledge work practice**

To *assign a task* (1) which *requires certain competences* on a defined level (2) to a worker, the worker has to *have these required competences* (3). If no worker with the required competences is available to perform the task a worker has to be chosen to improve or develop the needed competence. The development of a competence is performed with *learning measures designed for a competence* (4) to reach a particular competence level. Different learning measures for competence development on and for a certain level are available inside or outside the organisation. Learning measures *get performed* (5) by workers which causes costs. The arising costs need to be smaller than all benefits gained in the projects in which the competence *gets applied* by the worker (6). Thus, a complex decision problem arises.

Within the following section these constructs in respect to the KWP are discussed and an optimisation model for this decision problem will be introduced.

### 3 Model

From the case study's results of the current HRD practice we break down the process and address the key decision of which worker to assign to what competence development measure. Taking up the challenges and interactions outlined in figure 1, we look closer at the four main constructs in this decision process: *competences* owned by *knowledge workers*, *learning measures* applied to develop competences that are required for *tasks* in projects.

- **Competence:** The distinction between the terms skills, qualification and competence of a worker can be examined in several ways. Qualifications represent descriptive educational learning objectives which are taught in traditional pedagogical settings like training courses. In contrast, competences include the dispositional ability to efficiently/proficiently act in complex situations and specific to a particular context. We define competence as a combination of knowledge, skill and attitude, following the classic learning structuring method of the "Knowledge Skill Attitude" approach [15]. The notion of skill refers to a specific ability required in undertaking a task, while knowledge refers to contextualised set of information required to undertake a task. Attitudes are cognitive or relational capacities on undertaking a given type of task and assignment.
- **Learning measure:** In the context of this paper, a learning measure is defined as an activity that leads to the development or improvement of a competence of a worker. Such a measure can represent a formal or informal learning activity [3]. In the KWP discussed, learning measures are managed in a learning management system (LMS) and are one or a sum of e-learning courses, workplace learning, formal or informal trainings inside or outside the organisation. To decide what competences to develop of a certain worker one needs to know what learning measures are available to develop the particular competence as well as what previous knowledge the worker requires. We suggest addressing learning measures directly to competence levels. By matching the competence levels of the worker and the learning measure, a basic fit would denote that the worker could follow the given input.
- **Knowledge worker:** Generally, knowledge workers are distinguished from non-knowledge workers by their abstract knowledge which requires high levels of formal education, and their production of new knowledge rather than merely application of existing knowledge [40]. Knowledge workers are used to learning and improving their competences to solve their everyday complex, ill-structured problems [31]. Their motivation and productivity and hence, the success of projects where they are involved in, depend on the organisations ability to address their learning preferences [7,10].
- **Task in a project:** Project management work is structured with tasks assigned to workers to perform or be responsible for them. Either way, certain competences are necessary to successfully cope with the challenges of a task [23]. The analysis becomes more difficult, the more complex a task gets. Especially in knowledge work, such determination of exact requirements is difficult due to the complex and poorly structured problems knowledge workers face. While this "input" is difficult to define, the outputs and benefits of a task needs to be calculated and foreseen.

Understanding these main constructs of the KWP, we define the main variables relevant for the decision problem identified within the case study and grounded the paper in the related literature.

**Decision variable:** The main assignment question of the model is: which knowledge worker should perform which measure? Due to the fact that a measure can be assigned to several knowledge workers and that several measures can be assigned to a single knowledge worker, an assignment problem  $X_{W,M}$  with the following two dimensions occurs: (1) knowledge worker and (2) learning measure. Such assignments cannot be performed partially and hence is represented by a Boolean decision variable. Consequently, the assignment decision differentiates two cases:  $X_{W,M} = 1$  a measure is assigned to a knowledge worker or  $X_{W,M} = 0$  the measure is not assigned to a knowledge worker. Hence, the decision variable  $X$  is formally defined as the following:

$$X_{W,M} \in \{0,1\}$$

**Costs:** Due to the fact that financial resources are limited in organisations, costs of learning measures need to be considered. Costs can be calculated on different levels of detail and can comprise the following aspects: the price quoted for the measure, costs of facilities, infrastructure, licenses for software needed, costs to design and develop the measure, average hourly salary of participants multiplied by hours needed for measure, and costs for participants traveling [16,41]. Due to the fact that costs depend on the worker performing a measure, (e.g., the hourly salary of the worker and costs for the measure itself the costs are determined in dependence of both variables). The costs are represented in a currency (i.e., a real number), as formally defined as:

$$Cost_{W,M} \in R$$

**Benefit:** A variable representing the benefit of a competence on a certain level and hence the assignment of a measure to a worker is required to balance the positive and the negative impact of the decision. The idea of showing the value of competence development was derived from the idea of intellectual capital [20]. It has been shown that the success and the competitive advantage of a knowledge organisation relies on its human resources and their competences when performing tasks that bring benefit [3]. Again the benefit for an organisation can be measured on different levels of details containing, for example, the following aspects: savings due to efficiency increases, higher quality, better work habits, work climate, higher worker satisfaction, better customer service, more successful employee development and more initiative and innovation [16,41]. Competences on a predefined level are primarily interesting for the realisation of projects rather than individual persons. Hence, the determination of benefits in dependence to competence levels is sufficient. Benefit is also represented as a currency value, to compare the benefit with the costs. Benefit is formally defined as:

$$B_{C,L} \in R$$

Consequently, an assignment of measures to competence levels is needed to relate costs and benefits to each other. Due to the three dimensions: measure, competence, and level, a decision cube with Boolean assignments is necessary. The mapping is formally defined as:

$$Mapping_{M,C,L} \in \{0,1\}$$

**Preference:** Learning, here understood as the performance of measures, is no mechanistic process and requires the learner's willingness. The willingness to perform a measure and to acquire a competence on a certain level is determined by the worker's preference and represents the worker's anticipated benefits from the performance of the measure [7,10].

To ensure that the preference can be related to the benefit and the cost, it is also represented as a currency value. Furthermore, it is assumed that each knowledge worker has a certain budget he can allocate to the most preferred competences. The preference is formally defined as the following:

$$P_{W,C,L} \in R$$

**Time:** Measures differ in the time required to create a competence, as well as in the time a competence may endure as a basis for competitive success. Some competences may endure longer than others, may require less frequent modification than others, or may commit a firm's capabilities to actions with longer planning horizons than others [37,41]. Hence, it is necessary to assign a time needed to perform a learning measure to every measure, which is formally defined as the following:

$$MTime_M \in R$$

Every worker also has a limited time frame for the consumption of measures. The maximal time a worker can spend for measures can differ from worker to worker. It is also represented as real value and formally defined as:

$$MTime_W \in R$$

**Competence level:** Measures are intended to increase the knowledge workers competence level and can require a minimal level of competence to ensure a workers ability to follow the learning measure [11]. Hence, the level of competence must be known to assign measures to knowledge workers, in an appropriate manner. The assignment, if a worker has a competence on a certain level, is a Boolean expression. The competence is formally defined as:

$$W_{C,L} \in \{0,1\}$$

Accordingly a measure needs a minimal required level of expertise that is also represented by a competence level, and formally defined as the following:

$$MMin_{C,L} \in \{0,1\}$$

**Target function:** The target function contains the decision matrix that is multiplied with the result from its associated preferences, benefits and costs. Due to the fact that the preferences and the benefits are related to the competence level, they need to be multiplied with the mapping cube associating measures with competence levels.

$$U = \sum_{w=1} \sum_{m=1} X_{W,M} * (\sum_{c=1} \sum_{l=1} \text{Mapping}_{M,C,L}(P_{W,C,L} + B_{C,L}) - Cost_{W,M}) \rightarrow \max \quad (1)$$

**Constraints:** The first constraint is that the sum of the time the assigned measures require for a knowledge worker is smaller or equal to the worker's available time:

$$\sum_{w=1} \sum_{m=1} X_{W,M} * MTime_M \leq WTime_{C,L}, \forall W \quad (2)$$

The second constraint has to ensure that the knowledge worker has the minimal required competence level for every assigned measure:

$$X_{W,M} * W_{C,L} = X_{W,M} * MMin_{C,L}, \forall W \quad (3)$$

The introduced optimisation model is a linear model. Due to the fact that the decision variables are restricted to the values 0 and 1, the presented decision model can be classified as an integer programming problem, and, more specifically, as a zero-one programming problem [8]. More specifically, the problem can be classified as an assignment problem in the field of combinatorial optimisation, where learning measures are assigned to employees [45].

We examined approaches for similar problems described in the literature. The worker to task assignment problem from a competence perspective aims at improving the department utilisation by enhancing the workforce flexibility [38]. The assignment of competencies to workers as well as to tasks performed in departments can be found here as well. Another approach focusses on the project portfolio selection considering competence based goals [18]. Here the competencies of employees as well as the needed competences in projects overlap to our proposed model. The assignment of workers to various workplaces taking knowledge transfer and learning goals into account is also used by an optimization approach [30]. Here, the assignment of competencies considering also the competency level as well as learning preferences overlap with our mode. Finally, an assignment model of competence sets for decision making [27] could be found in which competences are assigned to deciders. None of these approaches could be applied to the problem identified in the introduced scenario. However, the literature review showed that the application of decision models to target competence related assignment problems in general is not new and that the usage of optimization models is feasible. However, it came across that all identified decision models address specific problems identified in cases. General model elements, such as employees and their competence levels or preferences could be found in the related literature and were reused. Very generic model elements, such as time or costs can be found in the related literature as well, but their definition needs to be aligned with each problem domain. For example costs in [30] occur from moving from one workplace to another workplace which cannot applied to the underlying scenario.

## 4 Discussion

We are revisiting a well-known problem of HRD that is so far only weakly supported by DSS (Section 3). Due to rising technology standards in HRM, for example, CM ontologies [36,44], and as a result of more available data about employees' activities in general as well as profiles and traces they leave in CM systems, we argue that it is beneficial to undertake the challenge of providing a DSS in HRD. However, there are still several individual, organisational or technical constraints. Here we focus on such constraints, identify the consequences, and point out our new understanding of the problem. The discussion is based on the proposed model and relates the identified challenges to the existing body of literature. The goal of the discussion is to identify implications for the KWP described in Section 2.3, as well as for the design of an ICT support, and to disclose limitations of the current model.

**Competence determination:** A considerable challenge in CM systems is to keep workers' competences up to date. While the initial definition of competences and competence levels and the first collection of competences were successfully done in one of the organisations analysed in our case study, the updating of every worker's competences on a regular basis is still causing difficulties. Beside mandatory or optional assessment tests, personal profile updates by the worker, HRD or supervisor, there is also the approach to gain insights on persons' competences by analysing workers' social network activities, comprising blog and forum posts, persons



contacted, wiki articles and documents created or edited [28,32]. The challenge is to enrich direct competence assessment with competence ascription from behaviour that left traces in IT to receive better understanding in learning habits and to keep competence profiles up to date. This investigation would impact connection (3) between workers and competences in figure 1.

In order to determine which competencies to build by individual workers, an organisation needs to develop a knowledge strategy identifying a knowledge gap between what a firm must know and what a firm knows on an organisational level [43]. The core competency approach [33] might help to further focus on those competencies that are considered most important for the organisation's core business value proposition. This would impact our model with additional decision criteria for the learning measure – worker assignment (figure 1 – (5)). Core competences are created through the connections between the organisation's objectives, strategy, structure and culture, as well as its management concepts. Thus, to decide what workers' competences to develop the definition of core competences is necessary [5,26], although the relationship between these concepts is not a direct one.

**Worker's allocation in project:** Relating measures and hence competencies to employees can also be performed independently from their assignment to projects. For example, it could happen that employees holding needed competences for a project are not available for a certain and possibly critical period of time. Due to the missing competence in the project, no or a substantially lower benefit for the project can be generated and hence the estimation of benefit is not correct. Cost could arise due to time delays in the project realization. The solution would be to integrate the assignments of employees to projects also into the model. The integration of this aspect would lead to several model problems, however, and due to many imponderables, the scheduling of employees of such a long period, i.e. performance of measures and project duration does not seem feasible. However, if organisations work with such exact worker to project planning this addition would refine and impact the assigned workers to tasks/projects, depicted with (1) in figure 1.

**Benefits and Costs:** The model does not give an answer to the question how tangible and intangible benefit of competence development are monetarily measured, if benefit or cost function are linear or non-linear, and if different persons cause different benefit for the organisation if they train the same competence. Approaches to answer these questions are discussed in learning analytics research literature [6] and return on investment frameworks for trainings [4,6,13,16,22,24]. As mandatory in linear optimisation models, linearity of benefits as well as of costs is assumed. However, the benefits and costs of competence development are not necessarily linear. For example, the benefit of the first employee acquiring a competence might be higher or lower than the benefit of further employees acquiring this competence (saturation versus critical mass and complementarity). Similar arguments can be made about costs. The organisation performing the KWP in our case study noted that it is especially the first few workers performing a learning measure that can cause additional costs due to the reason that, for example, e-learning modules do not meet the exact learning goals and need additional adaptation. These aspects cause non-linearity problems of the model that cannot easily be handled and could not be formulated as static value. It seems interesting to investigate this aspect in more detail with respect to the impact on the interaction (5) regarding the costs and (6) regarding the benefits in figure 1.

## 5 Conclusion

This paper was motivated to better conceptualise and support HRD's decision on competence development of knowledge workers and to present a decision model helping structure the decision about which worker's competences to develop with which learning measures, given a certain task or project. The model is intended to support KWP's identified in the organisations we analysed. Although the case study has provided us with a richer description of the decision context, similar work practices and processes have been described in the literature [21,25,35]. Thus, we are confident to address a problem that is important well beyond the scope of the organisations investigated in our case study, specifically in organisations in which HRD needs to justify decisions about training resources being allocated to the self-conscious and highly self-organised clientele of knowledge workers. Even if a mathematical model targeting the identified needs could be proposed, several obstacles and barriers occurring in an ICT roll-out could be identified. These challenges were discussed in detail taking the existing body of literature into account. Limitations of current operations research approaches could be identified in this regard and interesting research avenues have been identified. The next step in our research is to realise an ICT solution taking these challenges into account. Furthermore, the suitability of the proposed model will be demonstrated in a proof-of-concept study with the organisations analysed in the case study.

Concerning academic implications, our case study stresses the need to explore work practices on competence development deeper than has been done so far to render mathematical models useful. HRD has a tradition arguing against automatisms in resource allocation, often referencing the infeasibility to have all required data available or privacy issues. However, at the same time, talents and generally skilled workforces have already subscribed heavily to advanced knowledge infrastructures. This means that user-generated data and content can be used in a meaningful way, such as information about available and needed competencies as well as about measures that improve competencies produced by knowledge workers using enterprise knowledge infrastructures. In order to maintain talents and a skilled workforce, resource allocation for competence development needs to become increasingly recognised as an important decision that also involves taking into account this data and, in a fast-paced, innovative environment, this decision is also time-critical. The challenge requires agile IT support and has only just begun to affect academic discussions about what criteria to apply to justify resource allocation and at the same time foster commitment by knowledge workers.

Concerning managerial implications, the conditional requirements and needed data would be available, while the results have limitations in their expressiveness. Nevertheless, a final worker development decision currently remains in the hands of a HRD professional. However, the model supports analysing alternative options and helps justifying expenses for competence development. Within the discussion, we also critically reflected several constructs that were relevant to the organisations analysed, but could not be addressed in the present model due to the discussed organisational or technological limitations. Taking this as a "start-up" solution that can be well integrated into the current KWP, HRD is challenged to develop towards structuring and formalising its processes to increase traceability and justification of its decisions, and to get the most out of the information already available in CM systems.

## 6 Acknowledgements

This work was co-funded by the European Commission under the Information and Communication Technologies theme of the 7th Framework Programme, Integrating Project ARISTOTELE (contract no. FP7-257886).

## 7 References

- [1] Alter, S. (2004): A work system view of DSS in its fourth decade. *Decision Support Systems* 38, 3, 319-327.
- [2] Alvesson, M. (1993): Organizations as rhetoric: knowledge-intensive firms and the struggle with ambiguity. *Journal of Management Studies* 30, 6, 997-1015.
- [3] Argote, L., Carnegie M.U. and Ingram, P. (2000): Knowledge Transfer: A Basis for Competitive Advantage in Firms. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 82, 1, 150-169.
- [4] Bartel, A.P. (2000): Measuring the Employer's Return on Investments in Training: Evidence from the Literature. *Industrial Relations* 39, 3, 502-524.
- [5] Bergenhenegouwen, G.J. (1996): Competence development - a challenge for HRM professionals: core competences of organizations as guidelines for the development of employees. *Journal of European Industrial Training* 20, 9, 29-35.
- [6] Berk, J. (2004): The state of learning analytics. *T & D* 58, 34-39.
- [7] Bose, A. (2009): Optimal Training, Employee Preferences and Moral Hazard. *Journal of Economic Theory and Social Policy*, 1-30.
- [8] Carter, M.W. and Price, C.C. (2000): *Operations research: a practical introduction*. CRC Press.
- [9] Davenport, T.H., Jarvenpaa, S.L., and Beers, M.C. (1996): Improving Knowledge Work Processes. *Sloan Management Review* 37, 4, 53-65.
- [10] Dekorvin, A. and Kleyle, R. (2002). Utilizing fuzzy compatibility of skill sets for team selection in multi-phase projects. *Journal of Engineering and Technology Management* 19, 3-4, 307-319.
- [11] Draganidis, F. and Mentzas, G. (2006): Competency based management: a review of systems and approaches. *Information Management & Computer Security* 14, 1, 51-64.
- [12] Eurostat. (2009): *High-technology and knowledge based services aggregations based on NACE Rev . 2*.
- [13] Fitz-Enz, J. (2009): *The ROI of Human Capital: Measuring the Economic Value of Employee Performance*. AMACOM.
- [14] Foss, N.J. (1997): *Resources, firms, and strategies: a reader in the resource-based perspective*. Oxford University Press.
- [15] Freeman, D. (1989): Teacher Training, Development, and Decision Making: A Model of Teeaching and Related Strategies for Language Teacher Education. *Tesol Quarterly* 23, 1, 27.

- [16] Graber, J., Post, G., and Erwin, R. (1997): Using ROI forecasting to develop a high impact, high value training curriculum. In *Measuring return on investment*. ASTD, 17.
- [17] Graham, P., Bowerman, C., and Bokma, A. (2003): Adaptive navigation for mobile devices. In *Proceedings of 2nd MLEARN conference*, 61-68.
- [18] Gutjahr, W.J., Katzensteiner, S., Reiter, P., Stummer, C., and Denk, M. (2010): Multiobjective decision analysis for competence-oriented project portfolio selection. *European Journal Of Operational Research* 205, 3, 670-679.
- [19] Hansen, M.T., Nohria, N., and Tierney, T. (1999): What's your strategy for managing knowledge? *Harvard Business Review* 77, 2, 106-116, 187.
- [20] Hislop, D. (2003): Linking human resource management and knowledge management via commitment: A review and research agenda. *Employee Relations* 25, 2, 182-202.
- [21] Hädrich, T. (2008): Situation-oriented Provision of Knowledge Services. PhD Thesis, Martin-Luther University of Halle-Wittenberg.
- [22] Jack J. Phillips. 1997. *Return on investment in training and performance improvement programs*. Butterworth Heinemann.
- [23] Jonassen, D.H., Tessmer, M., and Hannum, W.H. (1999): *Task analysis methods for instructional design*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [24] Kirkpatrick, D.L. and Kirkpatrick, J.D. (1998): *Evaluating training programs: The four levels*. Berrett-Koehler.
- [25] Kunzmann, C. and Schmidt, A. (2006): Ontology-based Competence Management for Healthcare Training Planning - A Case Study. *6th International Conference on Knowledge Management IKNOW 06 Graz*.
- [26] Lado, A. a. and Wilson, M.C. (1994): Human Resource Systems and Sustained Competitive Advantage: A Competency-Based Perspective. *The Academy of Management Review* 19, 4, 699.
- [27] Li, H.L. (1999): Incorporating competence sets of decision makers by deduction graphs. *Operations Research* 47, 2, 209-220.
- [28] Lindgren, R., Stenmark, D., and Dibbern, J. (2001): Rethinking competence systems for innovative organizations. *The 9th European Conference on Information Systems*, 775-786.
- [29] Maier, R., Seeber, I., Waldhart, G., Bellandi, V., Frati, F., and Hrastnik, J. (2011): Interfaces between human resource management and knowledge work practices. In *6th Conference on Professional Knowledge Management: From Knowledge to Action*. 21. - 23. Februar 2011, Innsbruck, Austria. Köllen, Berlin/Bonn, 132-141.
- [30] Maier, R., Thalmann, S., Bayer, F., Krüger, M., Nitz, H., and Sandow, A. (2008): Optimizing Assignment of Knowledge Workers to Office Space Using Knowledge Management Criteria - The Flexible Office Case. *Journal of Universal Computer Science*. 508-525.
- [31] Maier, R. (2007): Knowledge Management Systems. *Knowledge Management Systems* 12, 1, 21-92.

- [32] Parise, S. (2007): Knowledge Management and Human Resource Development: An Application in Social Network Analysis Methods. *Advances in Developing Human Resources* 9, 3, 359-383.
- [33] Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990): The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review* 68, 3, 79-91.
- [34] Rosson, M.B. and Carroll, J.M. (2002): Scenario-based usability engineering. *Evaluation* 6, 3, 413.
- [35] Rothwell, W.J. (2002): *The Workplace Learner: How to Align Training Initiatives with Individual Learning Competencies*. AMACOM, New York, NY, USA.
- [36] Sampson, D. and Fytros, D. (2008): Competence Models in Technology-enhanced Competence-based Learning. In D. Sampson, P. Kinshuk and J.M. Pawlowski, eds. *Handbook on Information Technologies for Education and Training*. Springer, 155-177.
- [37] Sanchez, R. (2004): Understanding competence-based management Identifying and managing five modes of competence. *Journal of Business Research* 57, 5, 518-532.
- [38] Sayin, S. and Karabati, S. (2007): Assigning cross-trained workers to departments: A two-stage optimization model to maximize utility and skill improvement. *European Journal of Operational Research* 176, 3, 1643-1658.
- [39] Schultze, U. (2000): A Confessional Account of an Ethnography about Knowledge Work. *MIS Quarterly* 24, 1, 3-41.
- [40] Schultze, U. (2003): On knowledge work. In C.W. Holsapple, ed., *Handbook on knowledge management: Knowledge matters 1*. Springer, Berlin, 89-124.
- [41] Stone, R. and Phillips, J. (2002): *How to Measure Training Results: A Practical Guide to Tracking the Six Key Indicators*. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- [42] Victor, B. and Boynton, A.C. (1998): *Invented here: maximizing your organization's internal growth and profitability - A practical Guide to Transforming Work*. Harvard Business School Press, Boston, MA, USA.
- [43] Zack, M.H. (1999): Developing a knowledge strategy. *California Management Review* 41, 3, 125-145.
- [44] Zaleska, K.J. and Menezes, L.M. de. (2007): Human resources development practices and their association with employee attitudes: Between traditional and new careers. *Human Relations* 60, 7, 987-1018.
- [45] Zimmermann, W. and Stache, U. (2001): *Operations-Research: quantitative Methoden zur Entscheidungsvorbereitung*. Oldenbourg, Munich and Vienna.



# **Manifesto for a Standard on Meaningful Representations of Knowledge in Social Knowledge Management Environments**

## **Markus Bick**

ESCP Europe Wirtschaftshochschule Berlin, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
14059 Berlin, E-Mail: markus.bick@escpeurope.de

## **Lars Hetmank**

Technische Universität Dresden, Laboratory for Architecting Innovation (LAI),  
01062 Dresden, E-Mail: lars.hetmank@tu-dresden.de

## **Paul Kruse**

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insbes. Informationsmanagement, 01062 Dresden, E-Mail: paul.kruse@tu-dresden.de

## **Ronald Maier**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
A-6020 Innsbruck, E-Mail: ronald.maier@uibk.ac.at

## **Jan M. Pawlowski**

University of Jyväskylä, Professor Digital Media – Global Information Systems,  
40014 Jyväskylä, Finland, E-Mail: jan.pawlowski@jyu.fi

## **René Peinl**

Hochschule Hof, Institut für Informationssysteme,  
95028 Hof, E-Mail: rene.peinl@hof-university.de

## **Eric Schoop**

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insbes. Informationsmanagement, 01062 Dresden, E-Mail: eric.schoop@tu-dresden.de

## **Isabella Seeber**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
A-6020 Innsbruck, E-Mail: isabella.seeber@uibk.ac.at

## **Stefan Thalmann**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
A-6020 Innsbruck, E-Mail: stefan.thalmann@uibk.ac.at

## Abstract

Knowledge Management (KM) [1] is a social activity. More and more organizations use social software as a tool to bridge the gap between technology- and human-oriented KM. In order to create interoperable, transferable solutions, it is necessary to utilize standards. In this paper, we analyze which standards can be applied and which gaps currently exist. We present the concept of knowledge bundles, capturing information on knowledge objects, activities and people as a prerequisite for social-focused KM. Based on our concept and examples, we derive the strong need for standardization in this domain. As a manifesto this paper tries to stimulate discussion and to enable a broad initiative working towards a common standard for the next generation of knowledge management systems. Our manifesto provides with eight recommendations how the KM community should act to address future challenges.

## 1 Introduction

How can we facilitate knowledge management in social environments? How can we ensure that as little (contextual) information as possible is lost during a knowledge sharing activity? How can standards contribute to better knowledge management? How to represent knowledge for the next generation of (socially focused) knowledge management instruments and methods? These are the guiding questions for this proposition paper.

The interdisciplinary research field of knowledge management (KM) [1] has come a long way since its inception by Drucker's [2] account of the knowledge worker and Penrose's [3] analysis of the idiosyncratic positions organizations are in and the rents they can derive from them. Many case studies have been conducted, surveys administered and instruments to solve specific KM problems have been designed, implemented and evaluated showing the breadth of methodological approaches applied in this multi-faceted research field. The concept of knowledge has also much been debated during that time, however, there is some agreement today that knowledge in organizations is an abstract concept that is represented in manifestations such as people [4], organizational procedures, practices and processes as well as digital artifacts [5]. A number of KM instruments have been created, their application results in manifestations of knowledge in digital form. Examples are best practices [6], boundary objects [7], lessons learned [8] or micro articles [9] to capture experiences made in, e.g., projects, processes or practices in which individuals or collectives of individuals are engaged. However, since these instruments have been used, numerous IT tools and systems have appeared to form a heterogeneous knowledge infrastructure that supports documentation, searching, collaboration, integration and learning of knowledge and thus provides a rich context surrounding these "knowledge objects" in a narrower sense. Examples are tags, comments, and contributions to forums or blogs, or in general activities on documented knowledge that may, e.g., be recorded in a collaboration system. Typically, organizations are challenged how to best prevent knowledge loss during knowledge sharing activities. Even though, social software supports the traceability of rich and contextualized knowledge sharing activities among multiple persons within and beyond organizational boundaries, it is not yet deemed ready to cover the various needs in the organizational knowledge management. We will argue that there is a strong need for interoperability solutions, in particular widely accepted standards, to further develop the domain of knowledge management.



Comparing the fields of knowledge management and e-learning, the latter has invested a lot more in standardization, e.g., of learning objects (LOM) [10] or learner information (LIP) [11] while to the knowledge of the authors there is no specific initiative towards interoperable artifacts handled in knowledge management other than more generic approaches provided, e.g., by the Semantic Web initiative. This paper motivates for exploring the possibilities of standardizing containers or, to use a term with a more flexible connotation, *bundles of knowledge* that can be manipulated, e.g., stored, transferred, archived, and still comprise all the relevant data and metadata that allow the recreation of the represented knowledge by people receiving those bundles.

The paper is structured as follows: We begin by outlining in detail the theoretical background and identified research gap. Next, we introduce the main definitions related to new concepts, like knowledge bundle etc. Finally, we analyze an example of a typical knowledge management instrument: good practice documentation. We show what knowledge bundles are covered in such an instrument and highlight opportunities to combine this information with more activity-oriented, dynamic, contextual information to achieve meaningful representation. We conclude with a summary and recommendations for future work related to this manifesto project. The manifesto is the first step towards a broad initiative to create highly necessary standards for the domain.

## 2 Background and Related Work

We adopt the understanding that knowledge is not an independent object, but rather a temporary product, which is situated and relational. This means that it is connected with the current context and activities as well as with historical context and activities [12]. Subsequently, knowledge sharing is a complex phenomenon and challenged with the fact that the body of knowledge held by a person cannot completely be codified and shared [13, 14]. Additionally, codified knowledge can only be shared and supported by IT efficiently, when contextual information as well as potential adaptation requirements are known about the collaborative setting or situation [15]. As one of the key settings, we see the use of social software in organizations as this is a highly discussed and often – with more or less success – implemented design alternative for knowledge management.

In chapter 2.1, we illustrate how social media (SM) and social software (SSW) collect and exploit contextual information by allowing functionalities such as tags, comments, etc. Our understanding of knowledge sharing strongly relies on the concepts of knowledge activities and knowledge elements (as carriers of knowledge). Therefore, chapter 2.2 sheds light on these concepts and underlines our assumption that not only the knowledge and its context but also the description of the context where knowledge sharing occurs is of significant importance. Chapter 2.3 illustrates typical approaches to standardization and highlights the lack of standards in the domain of KM. Hence, we point out that there is a great necessity to develop an own framework for KM providing the standards to facilitate interoperation between IT systems.

### 2.1 Social Software and Knowledge Sharing

KM comprises a wide range of strategies and practices supporting the identification, creation, distribution, adoption, and utilization of organizational insight [16]. As a part of this, supporting collaboration between co-workers in a company is proven to be more important for an efficient

KM than the exclusive use of document management [11]. The emergence of Social Media and Social Software implies a new understanding of KM [17] and creates new challenges for organizations. Consequently, Enterprise 2.0 changes the way colleagues interact [18]. In an increasingly rich social software (SSW) environment, they collaborate regardless of organizational hierarchies at any time and at low cost. Moreover, SSW does not only facilitate direct communication (e.g., by using instant messaging or micro blogging), but also allows users to communicate indirectly through objects of externalized and de-contextualized knowledge (e.g., in social enterprise networks). Users of SSW applications can store and present their work-related content or likewise search, scan, tag, edit, comment, or evaluate user-generated content of their fellow workers.

One main advantage of SSW is that it broadens and deepens the range of user participation through sharing and acquiring new knowledge. It delivers both, the maintenance of strong ties to frequent communication partners, and the occurrence of weak relationships, which span different sub-networks or communities [19, 20]. The strong user participation in SSW and the direction of collaboration can be guided and used for the purposes of knowledge management [21]. Consequently, SSW has the potential to facilitate the transfer of knowledge and the construction of new knowledge through social interaction in organizations [14, 22]. These are the prerequisites and at the same time the challenges of efficient and transparent knowledge sharing among knowledge workers and for increasing the innovation potential in a company.

Even though current SSW applications offer a wide range of contextual information through users' e-portfolios or content metadata, there is still room for further improving and sustaining knowledge transfer along the knowledge creation process. The increasing volume and complexity of information available as well as the proliferation of ICT emphasize the need for more efficient ways of sharing knowledge. Hence, in order to meet these needs, standardization efforts remain a key task, which resulted in this proposition paper for a framework suggesting first steps towards a standard for knowledge sharing in the context of knowledge management.

## **2.2 Knowledge Activities and Knowledge Elements**

Increasingly, research studies [23-25] deal with the automatic detection of the users' task and activities based on collecting contextual data. The (semi-)automatic derivation of a user's activity, however has been shown to be challenging and cumbersome [23]. We argue that a better understanding of potential knowledge activities and their connection and traceability in IS is necessary to bring forward the various approaches in our disciplines. Basically, literature does not in agreement what KM activities are. However, this understanding is deemed necessary since KM tools strive to support KM activities [26-28]. The comparison of KM frameworks indicates that identified KM activities are different in their granularity and scope. Whereas [29, 30] only focus on knowledge creation, [31, 32] strive to cover in their KM chain model the whole lifecycle of KM and the respective activities.

Author	Knowledge (Management) Activity
Aurum et al., 2008 [33]	knowledge creation knowledge acquisition knowledge identification knowledge adaptation knowledge organization knowledge distribution knowledge application
Newell et al., 2009 [34]	create knowledge integrate knowledge share knowledge codify knowledge
Hädrich, 2008 [35]	identification acquisition codification combination distribution search & retrieval application, development archiving & deleting learning networking
Nonaka and Takeuchi, 1995, Nonaka and Toyama, 2003) [29, 30]	Socialization externalization internalization externalization
[36]	creation storage/retrieve transfer apply,
Fong and Choi, 2009 [37]	acquisition creation storage distribution use maintaining
Holsapple and Singh, 2001 [31]	acquisition (identifying appropriate knowledge, capturing identified knowledge, organizing captured knowledge, transferring the organized knowledge) selection (identifying appropriate knowledge, capturing identified knowledge, organizing captured knowledge, transferring organized knowledge) generate (monitor, evaluate, produce, transfer) assimilation (assessing, targeting, structuring, delivering) emission (targeting, producing, transferring)

**Figure 1: Review of KM activity frameworks**

Additionally, we see a demand to further clarify the understanding of knowledge elements in this respect. The term knowledge element is obviously related to knowledge and it can be understood as a carrier of knowledge [38]. “Knowledge elements can be regarded as inferred from one or more elements of information” [39]. Considering the distinction between information and knowledge, these elements of information must be interpreted and related to human beings and their actions in order to obtain knowledge elements. This process of creating knowledge elements is performed by individuals through transferring information, other knowledge elements or a combination of both [39]. The characteristics and the suitability of knowledge elements for certain circumstances have to be described in order to facilitate their usage [40]. On this note, knowledge elements can be regarded as combination of knowledge content and metadata [41]. Due to the huge heterogeneity in social networks the formats as well as the description of the knowledge elements needs to be standardized to ensure inter-organizational interoperability.

### 2.3 Standards

One of the main aspects of intra- and even more inter-organizational knowledge management is the exchange of knowledge and related artifacts between systems: standards aim at creating exchange formats and guidelines for interoperable solutions. Due to the variety of methods, instruments and tools, there are very few domain-specific standards in knowledge management. Mainly technical standards exist for document-oriented knowledge management (such as document formats, metadata); guidelines and good practices have been published addressing human-oriented aspects in standardization institutions. However, there is no holistic standard framework integrating existing standards. Thus, it is highly necessary to analyze the current standardization landscape to identify relevant standards to enable interoperable solutions as well as guidance for stakeholders. Generally, we can distinguish between the following aspects of standardization relevant for the intended social KM settings:

- Metadata standards aim at describing aspects of artifacts to identify, retrieve and publish those. The main standard in this field is the Dublin Core specification [42] which aims at providing descriptions of various knowledge elements such as documents, books or ICT artifacts. The description is widely used; however, it is highly necessary to adapt the generic specification to a domain. Related domains, like the e-learning domain, have therefore created own standards. As the main standard, learning object metadata (LOM) [10] aims at describing any kind of resource for learning, education and training. Current activities in the ISO/IEC committee on IT for learning, education and training aim at creating a more modular standard containing information on contents but also pedagogical or technical aspects. However, this specification is still under development and not yet mature. For our proposal, metadata are equally relevant. They describe the knowledge elements to be shared and the contextual information of their intended use and their creation background. Due to the intended inter-organizational knowledge transfer, these descriptions need to be standardized to ensure the interoperability of the framework.
- Processes and activities describe one of the core aspects of knowledge management – standards in this field aim at making process descriptions interoperable. No specific standards for KM have been created. However, certain generic activities aim at creating business process descriptions (e.g., the business process modeling notation – BPMN [43]) whereas other standards aim at creating exchangeable but domain-specific activities.

The main specification here is the learning design specification (IMS LD) [44] which describes learning-related activities in the context of education and training. A further generic standard exists: contextualized attention metadata (CAM) [45] capture activities a user has performed in a certain context. As a more generic standard, activity streams are currently being modeled; however, the specification is far from a standard. Due to the proposed consideration of the process context (in which knowledge is created and used), a standardized description is needed to use the data. Semantic richness and computable formats seem to be important for further usage of such descriptions in the proposed framework. Moreover, it seems very beneficial to coordinate these standardization activities with the initiatives in the field of content-related metadata.

- Semantic web standards are foremost technical ones to allow capturing semantic aspects. The semantic web stack describes the resource description framework (RDF) as the basis for semantic data, RDF schema as a way to describe the available classes and attributes for RDF documents and OWL (web ontology language) as a means to capture more semantics like inverse or transitive relationships. SPARQL is used to query RDF documents and more recently RIF (rules interchange format) was proposed to exchange rules that allow deriving new data out of given facts using inference and deduction [46]. Based on these standards, the linked open data initiative (LOD) is building a set of related real life ontologies derived from publicly available sources like Wikipedia, New York Times or MusicBrainz. They have not been standardized by any legal body, but are de facto used as standards by the community. For our matter, more specialized ontologies like the proposed upper tag ontology [47] or the general process ontology [48] are relevant, but there is no standard in this area yet [49].

It can be stated that the standardization aspects of KM are currently limited to providing guidance and implementation support. However, it is necessary to combine those with technical base standards. Furthermore, it is necessary to develop a clear framework for KM which standards are usable and which standards need to be adapted (application profiles).

We can state that standards to describe documents or digital objects in general are rather mature. Existing solutions such as LOM or Dublin Core can serve as a basis for our framework. Furthermore, base standards for semantic relations between aspects of the frameworks are also widely used and mature as well. The main weaknesses are description standards for processes and activities, in particular for the KM domain. As an additional aspect, context [50, 51] is in the center of knowledge activities, since they highly depend on the situation, on the organization, on the culture how, when and which information is shared between people. Currently, there are no standards to capture extended context information.

### **3 Towards Knowledge Bundles: A Concept for a Standard**

In order to overcome the above-mentioned lack of standards that support an efficient knowledge transfer through additional contextual information, a framework is needed which serves as guidance for further standards development in the field of KM. Therefore, chapter 3.1 introduces several novel terms and base concepts which were originated in regular meetings by a large group of researchers. Hence, our definitions rely on our experiences with existing standards / specifications (cf. chapter 2.3) and current conceptualizations of KM. These concepts form the foundation to establish our innovative framework which is described in chapter 3.2.

### 3.1 Conceptualizing Knowledge Bundles

In this position paper, we strive to rethink current metadata standards and their existing lacks of transferring knowledge objects without losing the amount of contextual information which is necessary to ensure appropriate interpretation after a knowledge sharing activity. To enable knowledge management in social software environments, we need to reconsider the current conceptualizations of knowledge management as well as their representations. Hence, we propose innovative new conceptualizations to support knowledge sharing of these knowledge objects. To prevent for misleading interpretation, new terminology is proposed, which was discussed and further developed in regular meetings within a group of researchers. Within this section we shortly discuss these terms before taking them up in the following application example.

- *Knowledge Activity (KA)*  
A knowledge activity is a set of goal-directed actions within a user's context, which is in line with activity theory. The actions change the state and existence of knowledge objects dynamically. A starting point for a standard in this field is in particular Contextualized Attention Metadata as they allow representing activities in a context.
- *Knowledge Object (KO)*  
Knowledge objects are codified representations of externalized knowledge. KOs can be single paragraphs, tables, mind maps or drawings, but can also consist of other KOs such as a compound document. As a starting point for the content descriptions, both, Dublin Core as well as LOM can be used. However, they need to be adapted to the domain of KM.
- *Knowledge Traces (KT):*  
A knowledge trace is a codified representation of a user's action within a knowledge activity that is recorded in an activity stream and captures contextual information. As a starting point for description, the upper tag ontology can be used as discussed above.
- *Knowledge Activity Stream (KAS):*  
A time-ordered list of entries that describe events that are the result of actions within knowledge activities that the user was involved in or monitors. It is a user-centric view of what has happened.
- *Contextual Information:*  
Contextual information, e.g., time, place, actions performed on knowledge objects, related people and their skills and experiences, provides common structures of background knowledge in order to support the knowledge sharing between the producer and the consumer of the knowledge objects. KT capture part of the context like who, did what, when and where. However, they usually include only shallow information about the entities involved, like a user's name, a room number or department acronym. Currently, only very broad specifications are available, however, the context specification by [51] as well as attention metadata or the concepts and attributes described in the DBpedia ontology might serve as starting points.
- *Knowledge Bundles (KB):*  
A knowledge bundle is a collection of knowledge traces affiliated to a knowledge object. The knowledge traces can origin from multiple users. Therefore, the KB represents a KO-centric activity stream. For both, knowledge bundles and containers, no widely used standards are

available. However, generic packaging standards (such as XML files in a ZIP container) as well as formats to relate entities (such as RDF and OWL) could serve as a starting point.

- *Knowledge Container (KC):*

A knowledge container holds both knowledge objects and their corresponding knowledge bundles with the purpose of improving knowledge transferability. It can be seen as a compound document, with additional context information on multiple aggregation levels.

The KC represents the focus entity in this discussion and should provide the appropriate amount and type of metadata, generated semi-automatically, to improve this position's goal: a new conceptualization of metadata that foster knowledge transfer and preventing of de-contextualization.

In general a knowledge activity stream (section 2.2) comprises various steps: knowledge activities influence and determine knowledge objects. Knowledge objects in turn are utilized for knowledge activities in a certain context. Moreover, knowledge traces are triggered by knowledge activities representing the influence on knowledge objects. New knowledge objects are created following (old) knowledge traces. (New) Knowledge activities influence newly created knowledge objects. Knowledge objects are utilized for knowledge activities for the same context or different context. Additionally knowledge traces are triggered by knowledge activities and represent the influence on knowledge objects. New knowledge objects in turn are created following knowledge traces.

### 3.2 Framework

Our idea is based on the dynamic connection of objects, people and activities. This is not a new concept; however, in particular in knowledge management settings in social software environments, it is highly necessary to be able to utilize contextualized knowledge. In the following, we introduce a knowledge management framework, which improves the understanding of contextualization and de-contextualization of knowledge objects from the user's as well as from the object's point of view.

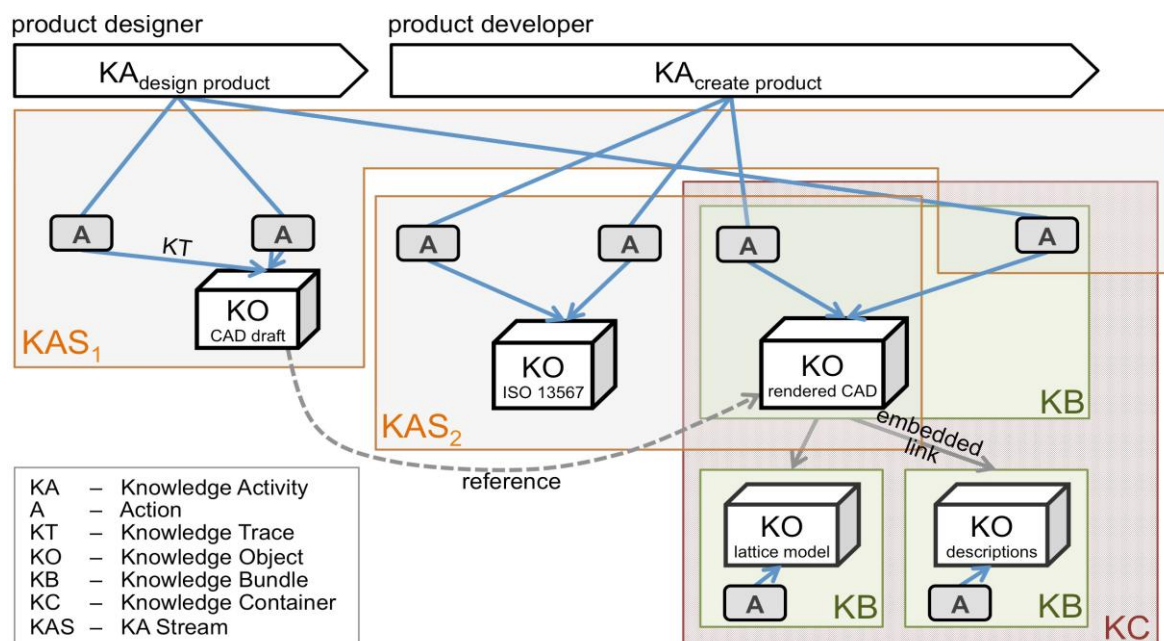


Figure 2: Example of product development

From a *user-centric perspective*, the concepts are applied as follows: Every knowledge worker, e.g., a product designer or a developer (cf. Figure 2), is involved in different knowledge activities (KA). During his activity (e.g., “design product” or “create product”), he applies a set of goal-directed actions (A) on one or more knowledge objects (KO). He, for example, “creates a CAD draft”, “reads and adds comments to ISO 13567” or “adds textures to CAD model”. These actions may or may not influence the state and existence of a KO through knowledge management instruments or other software tools, for instance an Enterprise Wiki or a CAD software. A knowledge trace (KT) records these events by capturing contextual information, such as the person that performs the action, the type of action, the time when the action is triggered, the software tool applied, and the reference to the corresponding KO. All KT of one knowledge worker are then represented as a personal time-ordered knowledge activity stream (KAS).

Secondly, we can apply the concepts from an *object-centric perspective*: A knowledge object (KO) is influenced by multiple actions of different knowledge workers. Each action on a KO can be codified as a knowledge trace (KT). All KT that belong to one KO are combined to an object-oriented knowledge bundle (KB). A KO can be embedded as a part of another KO on a higher level of aggregation or can have references to other KOs. Both the KOs and its KBs related to a specified knowledge instrument or compound document are combined to a transferable knowledge container (KC). The size and complexity of a KC depends on the degree of influence of the KBs to provide meaningful contextual information. More specifically, only the KO in focus and its related KB are summarized to a KC. Following the degree of influence, we can also include, together with their KBs, all embedded KOs, referenced KOs or even KOs that are connected to similar or same KAS.

However, the concept focuses in particular on the interplay of user- and object-centric perspectives – in our example, the personal-created KAS of a knowledge worker will be matched against the KBs while retrieving a KO. The matching results will then be used to filter embedded or referenced KOs depending on the knowledge workers former involvement in the same or other KOs. Skills, experiences, and preliminary knowledge of the knowledge worker will have an additional impact on the extent of provided contextual information. Furthermore, the knowledge worker might also get contextual information about the history and evolution of the KO. Finally, all contextual information can be sorted regarding their relevance. Influences on the KO from a long-distant past might not have such an impact on the interpretation of a KO than events that were occurring recently.

The example above shows the new way of handling and representing knowledge – it is a basis for KM using SSW. However, it is still necessary to either adapt existing metadata specifications or create new standards, specifically for the domain of knowledge management.

## 4 Knowledge Objects in Action: Analyzing a Good Practice Guide

In the following, we describe an application scenario as a case study for our approach. We aim at illustrating the approach as well as providing a first proof of concept for a selected case: We discuss how our approach could be utilized for a widely used KM instrument, the exchange of good practices.

Good practice guidelines (GPG) are a widely used knowledge management instrument. In the following, we illustrate our concept using a good practice guide created by a large group of experts in the European standardization body CEN on quality management for education.



This good practice guide [52] aims at supporting the selection, implementation and improvement of quality management approaches for educational organizations. The guide describes processes and activities of quality management and illustrates those by several successful cases.

Generally, good practices are created by analyzing, structuring and abstracting cases which have been successful in their domain. In most cases, the outcome is an electronic or paper-based document such as the above-mentioned publication. However, in many cases the process of documenting and analyzing the cases as well as creating consensus provides much deeper insights into the problem domain as it could be codified in a simple document. When real life experiences are documented, for example using a pre-defined structure, valuable knowledge is lost (e.g., why was the case successful, what was the context, why did certain things go wrong).

In principle, a good practice should describe a problem solution answering the following questions [53]:

- What is the subject / problem to be solved?
- Who is the intended target group, who solved a problem?
- When and where was the problem solved?
- Why is the problem / case relevant for a user? Why was the case successful?
- How was the problem solved?

In the following, we discuss whether the good practice answers the questions above and which information traces in the good practice description process would be useful and hence should be represented in a knowledge container.

Question	Dimension	Answer	Additional Information
What	Topic	How to implement quality approaches in organizations	More information on the motivation and background could have been given if project proposals or discussions on those were available.
Who	Person	Intended for quality managers, problems solved by quality managers in educational organizations	Rich information on the participants could be extracted when the project communication as well as interaction processes would have been provided.
When	Time	Decision taken in 2004, work started in 2005, work finished in 2007	The foreword captures a few information about the creation context, but it is not enough to give the reader a good impression of the timeline and activities.
Where	Location	Experts across Europe contributed and companies from Europe, North America and Africa took part in the study	Very limited information about locations of creation context is given. More details about the location of the companies and authors would be helpful.
Why	Process	Information is given which factors were considered as critical in the process	It would be useful to get to know different participants' opinions and not a generalized view. As an example, a discussion on the most important success factor would provide insights into different perspectives.
How	Type	The cases provide a description of their activities structured by a pre-defined process model	Communication on problems, successes and opinions on those would be highly valuable to understand the real activities as well as problems and pitfalls.

**Table 1: Analyses of good practice guide**

Table 1 shows that quite a lot of information generated in a quality management project would be helpful to gain insights why processes were successful. Although PDF file format that was used for storing the information is capable of comprising custom metadata in XMP format, this feature is not used.

Especially communication, people and context descriptions as well as connections to the processes / activities would be helpful to know. In the following, we describe how our approach could facilitate the representation and utilization of those.

The guideline represents one large knowledge object and consists of several smaller KOs as described in its chapters 3.1, 4.1 and 5, which in turn can be decomposed in atomic KOs like corresponding figure 1 and the large table in chapter 5 as integral parts of the GPG.

Since there are multiple authors involved, the according knowledge bundle would consist of knowledge traces from several activity streams. An example for such knowledge traces would be that “Michaela M inserted figure 1 at 2006-12-10 14:10 in London office from Visio into the Word document in WMF format” – or “Claudio D is discussing with his colleagues about the good practice procedure at 2006-11-28 10:40 in Napoli”. These examples are information that could be automatically captured from the system (example 1) or is typical for a status information given by a user in a social software system like Facebook or a communication tool like Skype (example 2). However, they do not really capture a lot of information about the knowledge activities that is behind the actions. To get a better impression of the KAs, the reasons behind the action would need to be captured, e.g., the motive of making the process of creating a good practice document easier to understand. One step to bring in some more information, but still use only data that can be captured automatically or is typically recorded by users would be to use metadata entities instead of shallow text information. That means that Michaela M should not only be stored as text but also include a pointer to the system holding the master data about Michaela and the unique identifier to find this data, so that a user can simply click on the name in order to view her profile and learn more about her skills, interests and organizational affiliation. The same applies to the reference to the London office. The user should be able to learn the exact address of these offices and maybe even see the floor plan with Michaela’s room. This should not be an issue as long as the knowledge container is not leaving the organization. For inter-organizational knowledge transfer, e.g., to Claudio in Italy, there are both security issues as well as technical obstacles, since the references will probably not work outside the originator’s intranet. There are two possible solutions for that. First we could store the referenced information inside the knowledge container in an encrypted format and require e.g., a certain certificate or authentication against a central system for decryption. Second, we could borrow mechanisms from federated identity management to set up a trust relationship between the cooperating organizations and define policies which grant access to certain information of the partner’s intranet so that they can be loaded on demand, once the user tries to access them. In both cases, the knowledge container itself is not enough to grant access to the desired information. The information system that displays the contents or even parts of the IT infrastructure must be prepared to fulfill their part in the transaction.

The case study has shown that our concept can be applied to widely used knowledge management instrument of good practice guides. We have identified weaknesses of this type of guide and illustrated which additional information could be useful for the reader. When applying

our concept, we can structure knowledge and information in the development process of a GPG for later usage. However, it would be necessary to make the information usable in different systems and platforms.

## 5 Recommendations and Future Directions

The paper has illustrated how KM concepts are changed when SSW or SM are used as key instruments. We have provided the key concepts and their relations, focusing on knowledge objects, activities, and people. Our examples have shown how these concepts could be applied in practice. In particular, we have shown how rich contextualized information could be utilized. Especially, we have discussed the shift from a user-centric activity stream to knowledge object-centric knowledge traces in order to capture the dynamic context. In that facet, our proposal is similar to the living documents approach [54]. The knowledge container is needed for bundling context information tied to several intra-organizational systems and allows transferring the knowledge object with all relevant context information across organizational borders.

Our initial analysis emphasized that currently no standardization approach covers the broad range of concepts and approaches needed. However, we have identified related standards from similar domains which can serve as a starting point or candidate standard.

Our manifesto does not aim at creating a complete or fully implemented approach – we aim at stimulating the discussion and starting a broad initiative working towards a common standard for the next generation of knowledge management systems. Based on this assumption, we propose the following steps and requirements,

1. KM is a social activity and directly leads to SSW and SM: The historical gap between technology and human orientation is bridged by SM. This trend will be more and more acknowledged by the research community as well as practitioners.
2. Stop using outdated frameworks: Current framework standards for knowledge management like Dublin Core do not take technological advances into account. A new, widely agreed conceptual KM framework is needed as a starting point, which considers social media as a source for contextual metadata.
3. KM research needs to focus on specifications and standards: The KM community has ignored standards for decades. It is necessary to take this dimension into account when designing and experimenting with innovative systems.
4. Standards need to be created now: KM and SSW is in a status mature enough that we understand the key success factors. The KM community needs to create standards as an agreement in the community to allow innovative and interoperable solutions to remain competitive.
5. Form an enterprise-research alliance for standards: Standards can only be created in consensus of all stakeholders, in particular researchers and enterprises. From the very beginning, a balanced community needs to be formed.
6. Utilize existing standards and specifications: The KM community has specific characteristics but this does not mean that standards need to be created from scratch. We need to use existing base and similar standards already successfully in use.

7. Context will be the key factor to understand KM: In both, research and standardization communities, context has been rarely analyzed or represented. This was one reason for a lack of transferability of results. Adequate specifications are needed to represent context and thus reach better comparable, transferable results.
8. Shift from document-oriented to dynamic activities: We need different ways of representing knowledge – the focus should shift from document-oriented to an activity oriented view to better capture the dynamic process.

From our point of view, these steps are abundant to handle future challenges of knowledge management. We would like to encourage feedback and discussion on our paper and our recommendations as a starting point to establish a broad and productive KM standardization community. We invite all members of the KM community to participate in this activity.

## 6 References

- [1] Graham, P; Bowerman, C; Bokma, A (2004): Adaptive navigation for mobile devices. In: Attewell J; Savill-Smith, C (Hrsg.), *Learning with mobile devices*. Learning and Skills Development Agency, London.
- [2] Drucker, PF (1994): The Age of Social Transformation. *The Atlantic Monthly* 274(5):53-80.
- [3] Penrose, ET (1995): *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford University Press, Oxford.
- [4] Grant, RM (1996): Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic management journal* 17:109-122.
- [5] Kimmerle, J; Moskaliuk, J; Cress, U (2009): Individual Learning and Collaborative Knowledge Building with Shared Digital Artifacts. *International Journal of Human and Social Sciences City* 4(9):650-657.
- [6] O'Dell, C; Grayson, CJ (1998): If only we knew what we know: identification and transfer of internal best practices. *California management review* 40(3):154-174.
- [7] Star, SL; Griesemer, JR (1989): Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social studies of science* 19 (3):387-420.
- [8] Schindler, M; Eppler, MJ (2003): Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factors. *International Journal of Project Management* 21(3):219-228.
- [9] Willke, H (1998): *Systemisches Wissensmanagement*. Lucius & Lucis, Stuttgart.
- [10] IEEE LTSC (2002): *Learning Object Metadata Standard*.
- [11] IMS Global Learning Consortium (2005): *IMS Learner Information Package Specification*.
- [12] Maaninen-Olsson, E; Wismén, M; Carlsson, SA (2008): Permanent and temporary work practices: knowledge integration and the meaning of boundary activities. *Knowledge Management Research & Practice* 6(4):260-273.
- [13] Johnson, B; Lorenz, E; Lundvall, BÅ (2002): Why all this fuss about codified and tacit knowledge? *Industrial and corporate change* 11(2):245-262.

- [14] Kimmerle, J; Moskaliuk, J; Cress, U; Thiel, A (2011): A systems theoretical approach to online knowledge building. *AI & Society* 26(1): 49-60.
- [15] Haake, J; Hussein, T; Joop, B; Lukosch, S; Veiel, D; Ziegler, J (2010): Context Modeling for Adaptive Collaboration. *International Journal of Cooperative Information Systems* 19(1).
- [16] Lehner, F (2009): Wissensmanagement: Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Auflage. Hanser Verlag, München.
- [17] Koch, M; Richter, A (2009): Enterprise 2.0: Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.
- [18] Stocker, A; Tochtermann, K (2010): Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs. Gabler, Wiesbaden.
- [19] McAfee, A (2008): Eine Definition von Enterprise 2.0. *Enterprise 2*:17-35.
- [20] Hansen, MT (1999): The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative science quarterly* 44(1):82-111.
- [21] Maier, R; Thalmann, S (2008): Institutionalised collaborative tagging as an instrument for managing the maturing learning and knowledge resources. *International Journal of Technology Enhanced Learning* 1(1):70-84.
- [22] Rollett, H; Lux, M; Strohmaier, M; Dosinger, G (2007): The Web 2.0 way of learning with technologies. *International Journal of Learning Technology* 3(1):87-107.
- [23] Shen, J; Fitzhenry, E; Dietterich, TG (2009): Discovering frequent work procedures from resource connections. In: Proceedings of the 14th international conference on Intelligent user interfaces, Sanibel Island.
- [24] Rath, AS; Devaurs, D; Lindstaedt, SN (2009): UICO: an ontology-based user interaction context model for automatic task detection on the computer desktop. In: Proceedings of the 1st Workshop on Context Information and Ontologies, Heraklion.
- [25] Ochoa, X; Duval, E (2006): Use of contextualized attention metadata for ranking and recommending learning objects. In: Proceedings of the 1st international workshop on Contextualized attention metadata: collecting, managing and exploiting of rich usage information ACM, Arlington.
- [26] Qureshi, S; Hlupic, V; de Vreede, GJ; Briggs, RO; Nunamaker, J (2003): Managing knowledge in a collaborative context: how may intellectual resources be harnessed towards joint effect?. In: Hlupic, V (Hrsg.), *Knowledge and business process management*. Idea Group, London.
- [27] Maier, R (2005): Modeling knowledge work for the design of knowledge infrastructures. *Journal of Universal Computer Science* 11(4):429-451.
- [28] Holsapple, CW; Joshi, KD (2002): Knowledge manipulation activities: results of a Delphi study. *Information & Management* 39(6):477-490.
- [29] Nonaka, I; Takeuchi, H (1995): The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press, New York.
- [30] Nonaka, I; Toyama, R (2003): The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process. *Knowledge Management Research & Practice* 1(1):2-10.

- [31] Holsapple, CW; Singh, M (2001): The knowledge chain model: activities for competitiveness. *Expert systems with applications* 20(1):77-98.
- [32] Holsapple, CW; Jones, K (2004): Exploring primary activities of the knowledge chain. *Knowledge and Process Management* 11(3):155-174.
- [33] Aurum, A; Daneshgar, F; Ward, J (2008): Investigating Knowledge Management practices in software development organisations – An Australian experience. *Information and Software Technology* 50(6):511-533.
- [34] Newell, S; Robertson, M; Scarbrough, H; Swan, J (2009): Managing knowledge work and innovation. Palgrave Macmillan, Houndmills.
- [35] Hädrich, T (2008): Situation-oriented provision of knowledge services. PhD Thesis, Juristische und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg.
- [36] Alavi, M; Leidner, DE (2001): Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(19):107-136.
- [37] Fong, PS; Choi, SK (2009): The processes of knowledge management in professional services firms in the construction industry: a critical assessment of both theory and practice. *Journal of Knowledge Management* 13(2):110-126.
- [38] Carlsen, S; Coll, GJ; Maehle, A (2003): Knowledge Re-Activation Mediated Through Knowledge Carriers. In: Junghagen, S; Linderöth, HC (Hrsg.) *Intelligent management in the knowledge economy*. Edward Elgar, Cheltenham.
- [39] Hicks, B; Culley, S; Allen, R; Mullineux, G (2002): A framework for the requirements of capturing, storing and reusing information and knowledge in engineering design. *International journal of information management* 22(4):263-280.
- [40] Hanakawa, N; Matsumoto, K; Torii, K (2002): A knowledge-based software process simulation model. *Annals of Software Engineering* 14(1):383-406.
- [41] Hsu, TY; Ke, HR; Yang, WP (2006): Unified knowledge-based content management for digital archives in museums. *The Electronic Library* 24(1):38-50.
- [42] DCMI (2003): Dublin Core Metadata Initiative - Dublin Core Metadata Element Set. <http://dublincore.org/documents/dces/>. Abgerufen am 12.01.2012.
- [43] Chinosi, M; Trombetta, A (2011): BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces* 34(1): 124-134.
- [44] IMS Global Learning Consortium (2003): IMS Learner Design Specification Design.
- [45] Najjar, J; Wolpers, M; Duval, E (2007): Contextualized attention metadata. *D-Lib Magazine* 13(9):1082-9873.
- [46] Hebel, J; Fisher, M; Blace, R; Perez-Lopez, A (2011): Semantic web programming. Wiley, Indianapolis.
- [47] Ding, Y; Jacob, EK; Fried, M; Toma, I; Yan, E; Foo, S; Milojević, S (2010): Upper tag ontology for integrating social tagging data. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 61(3):505-521.

- [48] Lin, Y (2008): Semantic annotation for process models. PhD Thesis. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- [49] Davies, J; Grobelnik, M; Mladenić, D (2009): Semantic Knowledge Management: Integrating Ontology Management, Knowledge Discovery, and Human Language Technologies. Springer-Verlag, New York.
- [50] Richter, T; Pawlowski, JM (2007): Adaptation of E-Learning Environments: Determining National Differences through Context Metadata. TRANS Internet Journal for Cultural Studies, 17.
- [51] Pawlowski, JM; Richter, T (2010): A methodology to compare and adapt e-learning in the global context. In: Breitner, MH; Lehner, F; Staff, J; Winand, U. (Hrsg), *E-Learning 2010 - Aspekte der Betriebswirtschaftslehre und Informatik*. Physica-Verlag HD, Berlin.
- [52] CEN/ISSS (2007): CEN/ISSS Workshop on Learning Technologies: CWA 15660 Providing Good Practice for E-Learning Quality Approaches. Brussels.
- [53] Maier, R; Sametinger, J (2004): Peer-to-peer information workspaces in infotop. International journal of software engineering and knowledge engineering, 14 (1):79-102.
- [54] Garcia-Castro, A; Labarga, A; Garcia, L; Giraldo, O; Montana, C; Bateman, JA (2010): Semantic Web and Social Web heading towards Living Documents in the Life Sciences. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web 8(2):155-162.





**Teilkonferenz**

# **Nachhaltigkeitsmanagement**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Nachhaltigkeitsmanagement**

### **Hans-Jürgen Appelrath**

Universität Oldenburg, Fakultät II, Department für Informatik, Abt. Informationssysteme,  
26129 Oldenburg, E-Mail: [appelrath@informatik.uni-oldenburg.de](mailto:appelrath@informatik.uni-oldenburg.de)

### **Michael H. Breitner**

Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: [breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de)

### **Jorge Marx Gómez**

Universität Oldenburg, Fakultät II, Department für Informatik, Abt. Wirtschaftsinformatik I,  
26129 Oldenburg, E-Mail: [jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de](mailto:jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de)

Die Forderung einer nachhaltigen Entwicklung – formuliert und verabschiedet auf dem sog. Weltgipfel in Rio de Janeiro 1992 – scheint zunehmend in der Praxis der Wirtschaftsunternehmen auf fruchtbaren Boden zu fallen. (Wohl) wegen der (auch im politischen Raum) eingeforderten verstärkten Anwendungsorientierung der akademischen Lehre und Forschung greift die Wissenschaft diese Problematik (wieder) in einem umfassenderen Maße auf, zumal in der jüngeren Vergangenheit die akademischen Forschungsinteressen der nachhaltigen Entwicklung und dem Nachhaltigkeitsmanagement nicht die erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Aus diesem Grunde scheint es auch geboten, dieser Thematik eine „Minikonferenz“ innerhalb der MKWI zu widmen. Allerdings muss beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Diskussion konstatiert werden, dass bislang ein geschlossenes, gehaltvolles Konzept des Nachhaltigkeitsmanagements nicht vorliegt. Gegenwärtig lässt sich allenfalls abschätzen, welche Komponenten einen essentiellen Teil des Nachhaltigkeitsmanagements darstellen. Dazu gehören sicherlich die Thematiken der IT in der Energiewirtschaft, neue Mobilität und erneuerbare Energien die IT-Unterstützung im Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement denen jeweils ein Track gewidmet ist. Mit dem Versuch, diese Teilkomponenten des Nachhaltigkeitsmanagements wissenschaftlich zu durchdringen, eröffnet sich die Möglichkeit, sich der Ganzheitlichkeit des Nachhaltigkeitsbegriff einen (wesentlichen) Schritt anzunähern.

Für den Track Neue Mobilität und Erneuerbare Energien wurden 10 Artikel eingereicht, von denen nach sehr kritischer, doppelt blinder Begutachtung mit jeweils mindestens drei Gutachten vier sehr gute Artikel angenommen wurden. Zwei der angenommenen Artikel

beschäftigen sich mit IS/IT Infrastrukturen für Elektromobilität, einer mit Entscheidungsunterstützungssystemen für nachhaltigen Gütertransport und einer mit Software zur Steuerung der Stromrückgewinnung aus Elektrofahrzeugen. Trotz der Vielzahl aktueller und praxisrelevanter Themen des Tracks hat sich damit die Elektromobilität bei den angenommenen Artikeln klar durchgesetzt. In den angenommenen Artikeln werden wissenschaftlich valide quantitative Analysen durchgeführt oder Softwareprototypen vorgestellt und evaluiert.

Der Track „IT in der Energiewirtschaft“ ist entstanden, um dem tiefgreifendem Strukturwandel in der Energiewirtschaft Rechnung zu tragen. Der liberalisierte Handel, die zunehmende Nutzung regenerativer Energiequellen und eine weitergehende Kommunikation mit Verbrauchern, zunehmenden Marktteilnehmern und dezentralen Erzeugern führen zu grundlegend neuen oder anzupassenden Prozessen. In dem Track sind insgesamt acht Beiträge eingegangen, wovon fünf Beiträge nach Abschluss eines, mit jeweils drei Gutachten, intensiven und kritischen Begutachtungsprozesses angenommen werden konnten. Vertretene Themen sind Vorhersagemodelle zu Erdgaspreisen am Spotmarkt der EEX auf Grundlage Neuronaler Netze, Prozess Performance Management Systeme in der Energiewirtschaft, Softwareanforderungen für den Betrieb von Ladeinfrastrukturen, Vorgehensmodelle zur Gestaltung kundengruppenspezifischer Tarife sowie einer empirischen Analyse zur Erreichung eines intelligenten Energieversorgungssystems.

Das betriebliche Nachhaltigkeitsmanagement umfasst sowohl die ökonomische, soziale als auch die ökologische Dimension unternehmerischen Handelns. Der Einsatz von IKT ist dabei notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Etablierung in den Unternehmen. Der Track Betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement fokussiert sowohl Konzepte eines nachhaltigen IT-Managements als auch die IT-Unterstützung der ökonomischen und ökologischen Dimensionen des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements und erörtert Forschungsfragen, Perspektiven und State-of-the-Art Anwendungen in diesem Feld. Aufgrund der interdisziplinären Natur des Themenfeldes war es das gesetzte Ziel, Beiträge aus verschiedenen Fachrichtungen zu erhalten und in den Track aufzunehmen. Dies ist mit 12 eingegangenen Beiträgen gelungen, wobei sieben Beiträge nach dem Begutachtungsprozess angenommen werden konnten und für den Track eine Berücksichtigung erfahren haben. Die Beiträge beschäftigen sich mit Themen zu nachhaltigem Prozessmanagement, Green-IT/IS und der Forschungslandkarte, CO<sub>2</sub>-Kalkulationen, Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme, Modell für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation, Bürgerbeteiligung zur Ermittlung nachhaltiger Verbesserungspotentiale sowie einer systematischen Analyse des Einflusses ökologischer Ziele auf das IT-Service-Management.

# **IT in der Energiewirtschaft**



# **Organisatorische, regulatorische und technische Katalysatoren und Hemmnisse zur Erreichung des intelligenten Energieversorgungssystems – eine empirische Analyse**

**Janis Kossahl**

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement,  
37073 Göttingen, E-Mail: [jkossah@uni-goettingen.de](mailto:jkossah@uni-goettingen.de)

**Ullrich C.C. Jagstaidt**

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement,  
37073 Göttingen, E-Mail: [ujagsta@uni-goettingen.de](mailto:ujagsta@uni-goettingen.de)

**Harry Apelt**

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement,  
37073 Göttingen, E-Mail: [harry.apelt@stud.uni-goettingen.de](mailto:harry.apelt@stud.uni-goettingen.de)

**Lutz M. Kolbe**

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Informationsmanagement,  
37073 Göttingen, E-Mail: [lkolbe@uni-goettingen.de](mailto:lkolbe@uni-goettingen.de)

## **Abstract**

Ziel des Artikels ist es, die grundlegenden Fakten über die Wirkungszusammenhänge der Technologieadoption aufzuzeigen, die eine erfolgreiche Umsetzung der Vision eines zukünftigen Intelligenten Energieversorgungssystems ermöglichen können. Von besonderem Interesse hierbei ist die Frage, ob das Technology-Organization-Environment Framework ein dafür geeignetes Model ist. In diesem Zusammenhang wird untersucht, welche Rolle regulatorische, organisationale und technische Faktoren spielen und ob und in welchem Ausmaß diese möglicherweise eine hemmende bzw. fördernde Wirkung haben. Um diese Fragen zu beantworten, wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt, an der sich über 180 Netzbetreiber in Deutschland beteiligt haben.

## **1 Einleitung**

Der Einsatz von Erneuerbaren Energien, Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen sind die entscheidenden Hebel zur nachhaltigen Gestaltung einer stabilen Energieversorgung

sowie einer Modernisierung unter ökologischen Aspekten. Nicht erst seitdem der Anteil volatiler regenerativer Energien in der Zusammensetzung des in Deutschland ausgelieferten Stroms beständig zunimmt, sondern bereits seit der strukturellen Grundsatzdiskussion um die Zukunft der deutschen Versorgungsnetze und der Versorgungssicherheit wird das Potenzial eines intelligent gesteuerten Energieversorgungssystems (EVS) diskutiert.

Dennoch ist die aktuelle Entwicklung zur Adoption dieser neuen Technologien bislang nur sehr langsam und zögerlich verlaufen. so dass der bisherige Ausbau des intelligenten Energieversorgungssystems hinter den Erwartungen zurückblieb. Der hauptsächliche Grund hierfür liegt in der Tatsache begründet, dass es bis heute keine eindeutige Zuordnung der Verantwortlichkeiten im Rahmen des Ausbaus des Energieversorgungssystems gibt. Aus dieser Problematik ergibt sich folgende Leitfrage zur behandelten Thematik:

Was sind die Katalysatoren und Hindernisse zur Erreichung der Vision eines intelligenten Energieversorgungssystems?

Da der Ausbau des Energieversorgungssystems eng mit dem Netzbetrieb verbunden ist, beschränkt sich die Untersuchung auf Energieversorgungsunternehmen, die als Netzbetreiber tätig sind. Einige Unternehmen schreiten im Hinblick auf den Ausbau aktiver voran als andere. Den Unternehmen, die in Bezug auf den Ausbau sehr initiativ und voraus-handelnd tätig sind, wird das Merkmal der Proaktivität zugeschrieben. Jene Unternehmen haben zumeist selbständig Pilotprojekte oder Testphasen geplant bzw. durchgeführt sowie organisationale und technologische Vorbereitungen getroffen. Unternehmen, auf die dies nicht zutrifft, werden als retroaktive Unternehmen klassifiziert. Diese verfolgen im Gegensatz zu den proaktiven Unternehmen eine eher abwartende, reaktive Haltung.

## **2 Grundlagen**

Für die Erforschung und Messung der Einflüsse regulatorischer, technologischer und organisationaler Faktoren auf die Verwirklichung eines intelligenten Energieversorgungssystems in Deutschland durch Energieversorgungsunternehmen wurde in der aktuellen Forschung noch kein entsprechendes Modell entworfen. Zur Konzeptionalisierung des Untersuchungsmodells werden in den folgenden Abschnitten drei zu überprüfende Hypothesen aufgestellt.

### **2.1 Organisatorische Aspekte**

Als grundlegende Determinanten für eine Technologieadoption werden die organisatorischen Gegebenheiten gesehen. Die Technologieadoption geht eng mit dem Investitions- und Innovationsverhalten des Unternehmens einher. Im Transferschluss dazu lässt sich anmerken, dass vor allem die Unternehmensgröße und die Ressourcenverfügbarkeit viel Aufmerksamkeit in der wissenschaftlichen Literatur zu Innovationen genießen und ihnen große Bedeutung für die Implementierung von Innovationen beigemessen wird. March und Simon [10] weisen darauf hin, dass viele komplexe Innovationen aufgrund mangelnder Ressourcen oftmals nicht implementiert werden. Cyert & March [3], Hage [5] und Rogers [11] schließen daraus, dass die Ressourcenverfügbarkeit zwar ein notwendiges, jedoch kein hinreichendes Kriterium der Adoption einer Innovation ist. Kelly & Brooks [8] und Hannan & McDowell [6] identifizieren die Unternehmensgröße als stärkste Erklärungsvariable in ihren statistischen Untersuchungen zur Adoption von Innovationen. Aufgrund dieser Erkenntnisse werden



diese Faktoren als Grundvoraussetzung gesehen. Darauf basierend wird dem Kollektiv der organisationalen Faktoren eine große Bedeutung zugesprochen und folgende Hypothese postuliert:

H1: Eine Verbesserung der organisationalen Gegebenheiten (organisationalen Faktoren) hat, verglichen mit technologischen und regulatorischen Faktoren, den stärksten positiven Einfluss auf die Proaktivität des Unternehmens bei der Technologieadoption.

## **2.2 Regulatorische Aspekte**

Der Energiesektor unterlag durch die Liberalisierungswelle der vergangenen Jahre einem großen Umbruch. Tornatzky & Fleischer betonen, dass regulatorische Bestimmungen sowohl innovationshemmende Barrieren als auch wichtige Stimuli für die Adoption von Technologien darstellen können [15]. Mansfield [9] fand in seinen Untersuchungen bereits heraus, dass intensiver Wettbewerb die rasante Ausbreitung von Innovationen stimuliert. Die von ihm ermittelten Diffusionsgeschwindigkeiten waren in weniger konzentrierten Branchen höher, also in Branchen, in denen einige wenige Firmen den Markt dominieren. Romeo [12] erzielte ähnliche Ergebnisse mit hohen Diffusionsgeschwindigkeiten auf Märkten mit vielen Unternehmen gleicher Größe.

Der Netzbetrieb ist zwar weiterhin aufgrund seiner Gegebenheiten ein natürliches Monopol, dennoch werden seit der Novellierung die fehlenden Marktmechanismen durch regulatorische Bestimmungen aufgefangen. Neben einer Effizienzsteigerung soll auch die Adoption innovativer Technologien gefördert werden. Von Seiten des Gesetzgebers werden dadurch positive ökonomische ökologische Effekte erwartet. Neben dem regulatorischen Einfluss auf die Marktstruktur wird somit auch eine regulatorische Standardisierung von Technologie vorangetrieben. Da die Bestimmungen zudem für die Netzbetreiber weitestgehend mit Verpflichtungen und Anforderungen einhergehen, wird postuliert, dass all jene Unternehmen, welche die aktuellen Bestimmungen negativ bewerten, eine eher abwartende Haltung beziehen. Dies führt zu negativen Beeinflussungen der Proaktivität der Unternehmen im Rahmen der Technologieadoption. Daraus ergibt sich folgende Hypothese:

H2: Je negativer die Bewertung der regulatorischen Bestimmungen ausfällt, desto stärker wird der negative Einfluss auf die Proaktivität des Unternehmens bei der Technologieadoption.

## **2.3 Technologische Aspekte**

Verfügbarkeit der Technologie kann als notwendige Bedingung für eine erfolgreiche Implementierung angesehen werden. Die Leistungsmerkmale und der Reifegrad bestimmen mit der Adoption verbundene Risiken. Die unterschiedlichen Innovationskategorien weisen auf, dass effiziente Prozessinnovationen nur durch einschneidende Änderungen vollzogen werden können [15]. Eine flächendeckende Einführung beinhaltet eine signifikante Loslösung von den bisher eingesetzten Technologien und dem zugehörigen Equipment. Sowohl Hirschorn [7] als auch Tornatzky & DePietro [14] betonen, dass die Einführung komplexer Technologien neben einem fortgeschrittenen fachlichen Wissen zur Implementierung auch eines ausgereiften Wissens über den Betrieb bedarf. Neue Technologien haben darüber hinaus meist noch keinen finalen Reifegrad bei erstmaliger Implementierung und unterliegen fortlaufenden Weiterentwicklungen beziehungsweise Wechselprozessen. Tushman & Nadler [16] erläutern, dass radikale Innovationen im Vergleich zu inkrementellen Innovationen sehr

oft mit deutlich größerer Unsicherheit bezüglich der Auswirkungen der Implementierung behaftet sind [16]. Mit steigenden Unsicherheiten wächst zudem das mit der Adoption verbundene unternehmerische Risiko. Dieses Risiko wird in Betrachtung der existierenden bewährten Infrastruktur vermutlich nur dann eingegangen, wenn überzeugende Leistungsmerkmale vorhanden und eine ausreichende Verfügbarkeit sichergestellt ist. Postuliert wird daher ein positiver Zusammenhang zwischen negativen Bewertungen der Technologie und sinkender Proaktivität in der Adoption:

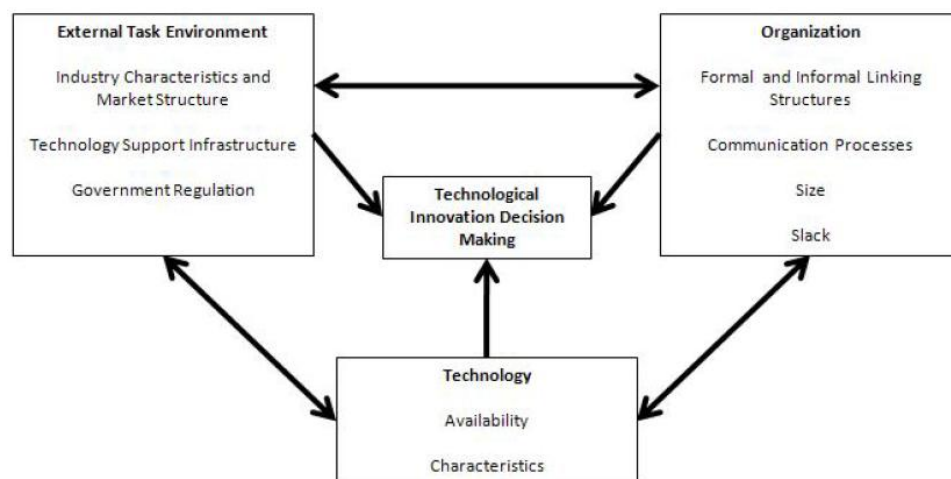
H3: Je negativer die Bewertung der technologischen Gegebenheiten ausfällt, desto stärker wird der negative Einfluss auf die Proaktivität des Unternehmens bei der Technologieadoption.

### 3 Methodik

Die Forschungsarbeit wurde konzeptionell so strukturiert, dass auf Basis des theoretischen Bezugsrahmens das Modell entworfen wurde, welches anhand einer empirischen Untersuchung auf seine Wirkungszusammenhänge überprüft werden soll.

#### 3.1 Technology-Organization-Environment Framework

Das TOE Framework nach Tornatzky & Fleischer [15] liefert das theoretische Fundament für die vorgenommene Untersuchung. Das Framework stellt in einem Bezugssystem den Prozess der Adoption und Implementierung von technologischen Innovationen dar. Auf diese Grundstruktur wird im folgenden Abschnitt die Problematik der vorliegenden Untersuchung transferiert und ein eigenes angepasstes Modell eingeführt. Die Adoption eines vorhandenen, theoretisch fundierten und empirisch überprüften Modells bildet somit die wissenschaftlich begründete Basis für die Untersuchung der spezifischen Problemstellung.



**Bild 1:** Technology-Organization-Environment Framework [15]

Das zentrale Element im Bezugssystem des Frameworks und damit zugleich die abhängige Variable stellt die Technologieadoption durch Unternehmen dar. Dieser Prozess inkludiert einerseits die Wahrscheinlichkeit, dass eine Technologie von einem Unternehmen implementiert wird, liefert andererseits aber auch die Begründung für eine Intention zur Technologieadoption.

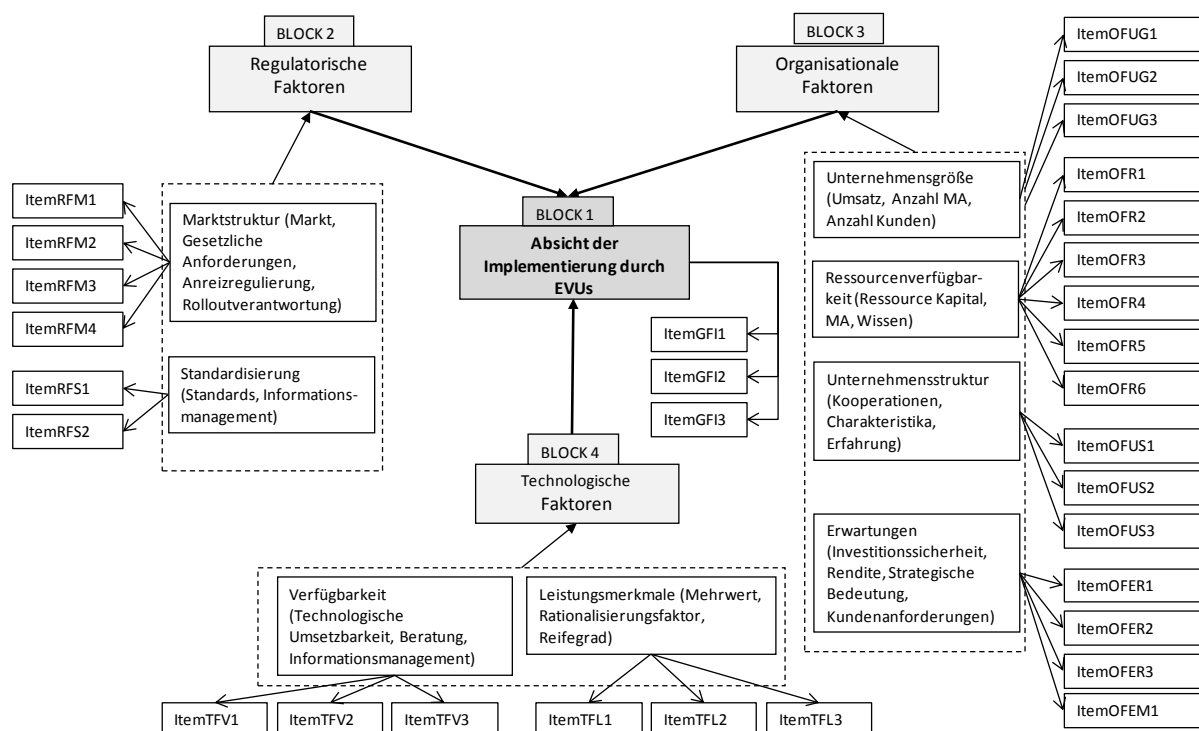
Die drei unabhängigen Konstrukte, welche die abhängige Variable beeinflussen, bilden sich aus dem technologischen Kontext, dem organisationalen Kontext und den Umweltbedingungen. Untersuchungsobjekte sind dementsprechend Unternehmen [15].

Das TOE Framework nach Tornatzky & Fleischer (1990) kam bereits in verschiedenen Untersuchungen der Wirtschaftsinformatik zur Verwendung [2] [13] [17].

### 3.2 Forschungsdesign

Die Hypothesen werden nun verwendet, um das TOE Framework auf die vermuteten Wirkungszusammenhänge im Energiesektor anzupassen. Die hypothesenüberprüfende Forschung hat im Gegensatz zur explorativen Forschung das Ziel, bereits vorhandene Annahmen zu überprüfen und bei Ungültigkeit gegebenenfalls zu falsifizieren. Dies geschieht mittels einer quantitativen Datenerhebung. Durch wiederholte Untersuchungen entstehen überprüfte theoretische Konstrukte, die sich in der Praxis einsetzen lassen.

Der konzipierte Fragebogen besteht aus  $v=35$  untersuchungsrelevanten Fragen, eingeteilt in fünf Blöcke. Anhand der verschiedenen Faktoren des Modells wurden multiple Items zur Messung dieser identifiziert, die den gesamten Bereich der zu messenden Einstellung und Einflussgrößen abdecken. Nach finaler Konzeption des Fragebogens wurde zur Qualitätsverbesserung des Erhebungsinstruments von zwei Experten auf Verständlichkeit der Fragestellungen getestet.



**Bild 2:** Für die Untersuchung verwendetes TOE-Modell

Angeschrieben wurden alle auf dem deutschen Energiemarkt tätigen Netzbetreiber (861 verifizierte Unternehmen im Datensatz). Der aggregierte Datensatz mit den eingegangenen Antworten umfasst insgesamt 184 Unternehmen, von denen allerdings vier Datensätze aufgrund zu vieler fehlender Werte eliminiert wurden. Es verblieben somit im finalen Datensatz 180 Unternehmen.

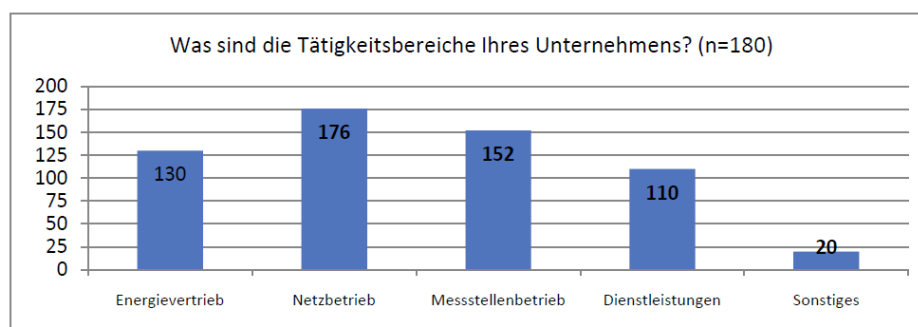
Dies entspricht einer Rücklaufquote von 20,9 %. Die erhobene Stichprobe kann als relativ umfangreich angesehen werden und scheint eine geeignete Basis für relevante Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit darzustellen.

## 4 Analyse der Ergebnisse

Die Anzahl der Antworten fluktuiert in geringem Ausmaß zwischen den Fragen, was darauf beruht, dass den Teilnehmern im Informationsblatt zum Fragebogen die Option eingeräumt wurde, Fragen auszulassen.

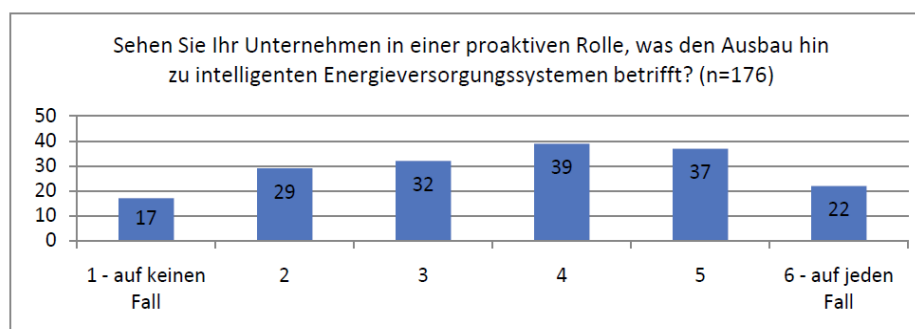
### 4.1 Deskriptive Analyse

Das folgende Bild 3 zeigt die Antworten zur ersten Frage des Fragebogens bezüglich der unternehmerischen Tätigkeitsbereiche als absolute Häufigkeiten. Es zeigt sich, dass 97,8% der befragten Unternehmen im Netzbetrieb tätig sind. Die Abweichung resultiert daraus, dass bei integrierten Energieversorgungsunternehmen die Befragung intern an einen anderen Bereich (zum Beispiel den Energievertrieb) weitergeleitet wurde, der organisatorisch vom Netzbetrieb getrennt ist. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass nur wenige Teilnehmer der Umfrage ausschließlich im Netzbetrieb tätig sind, sondern viele als sogenannte integrierte Energieversorgungsunternehmen agieren.



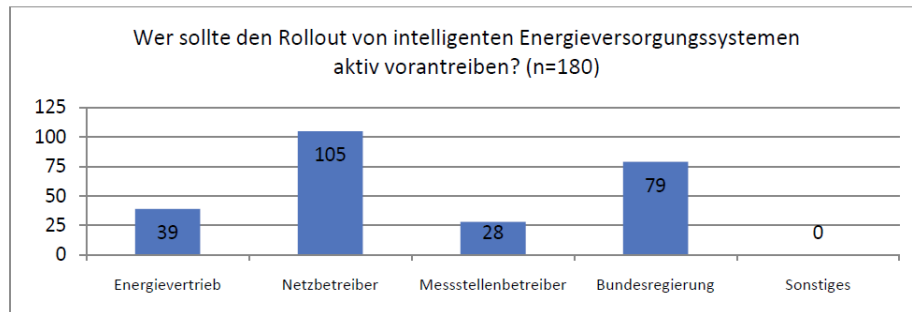
**Bild 3: Tätigkeitsbereiche des Unternehmens**

Bild 4 verdeutlicht das differierende Antwortverhalten der Teilnehmer, was die Rolle ihres Unternehmens im Ausbau des intelligenten Energieversorgungssystems betrifft. Von n=176 Antworten sahen mit 55,7 % (Antwortskala 4 bis 6) mehr als die Hälfte der Befragten ihr Unternehmen in der Verantwortung, eine proaktive Rolle im Ausbau einzunehmen.



**Bild 4: Rolle im Ausbau des intelligenten EVS**

In Frage 6 sollten die Teilnehmer angeben, welche Akteure ihrer Meinung nach den Rollout aktiv forcieren sollten. Es zeigt sich, dass die Befragten neben dem Netzbetrieb vor allem die Bundesregierung in der Verantwortung sehen, klare Vorgaben und Anreize zu geben. Bild 5 veranschaulicht die Antworten.



**Bild 5: Rolloutverantwortung**

## 4.2 Regressionsanalyse

Anhand der durchgeführten Korrelationsanalyse und der gebildeten Indizes wurde schließlich das Modell auf Wirkungszusammenhänge mittels einer multiplen linearen Regression untersucht.

Im Rahmen der Regressionsanalyse wurde zusätzlich mit einer Szenariotechnik gearbeitet. Dabei wurden neben der originären Modellprüfung auch Teilprüfungen des Modells vorgenommen, um den isolierten Einfluss einzelnen Faktoren zu identifizieren. Die Anwendung dieser Technik ermöglichte das Aufdecken einiger aufschlussreicher verdeckter Zusammenhänge, die aus dem Gesamtmodell nicht unmittelbar ersichtlich sind. Modellszenario 1 stellt somit die isolierte Betrachtung einzelner Indexvariablen auf die abhängige Variable dar, Modellszenario 2 betrachtet das isolierte Zusammenwirken der Variablen innerhalb einzelner Faktorengruppen auf die abhängige Variable und Modellszenario 3 untersucht schlussendlich den Einfluss der einzelnen Variablen im Zusammenspiel des vollständigen Modells.

Das Gesamtmodell verfügt über einen Determinationskoeffizienten von  $R^2=0,515$ . Dieses Bestimmtheitsmaß misst die Güte der Anpassung der Regressionsfunktion an die empirischen Daten. Das für das Gesamtmodell ermittelte  $R^2$  wird so interpretiert, dass insgesamt 51,5 % der Varianz der abhängigen Variablen, also der proaktiven Adoption und Implementierung eines intelligenten Energieversorgungssystems, von den untersuchten unabhängigen Variablen erklärt wird. Aussagen, ab welcher Höhe ein  $R^2$  als valide gilt, lassen sich kaum tätigen. Vielmehr ist dies stark von der jeweiligen Problemstellung abhängig, da bei sehr zufallsbehafteten Prozessen auch sehr niedrige Werte (von zum Beispiel 0,1 bei Wetterprognose oder dem Verhalten von Aktienmärkten) bereits akzeptabel sind [1].

Die Betrachtung der standardisierten Regressionskoeffizienten des Gesamtmodells zeigt unter Beachtung der Signifikanz einen sehr starken Einfluss der Ressourcenverfügbarkeit und eine positive Erwartung in Bezug auf die abhängige Variable. Zusätzlich ist eine nicht signifikante Tendenz des Einflusses der Unternehmensstruktur ersichtlich. Alle drei Variablen sind aus der Faktorengruppe der „organisationalen Faktoren“ des TOR-Faktoren Modells. Die verbliebenen sechs Variablen zeigen keine signifikanten Werte. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die ermittelten Werte.

Variablen des Gesamtmodell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
(Konstante)	1,533	2,136		,718	,474
V_INDEX_RF_Marktstruktur	-,015	,068	-,016	-,227	,821
V_INDEX_RF_Standardisierung	,095	,084	,077	1,136	,258
V_INDEX_OF_Unternehmensgröße	-,203	,251	-,066	-,810	,420
V_INDEX_OF_Ressourcenverfügbarkeit	,460	,074	,553	6,226	,000
V_INDEX_OF_Unternehmensstruktur	,250	,144	,119	1,737	,085
V_INDEX_OF_positive Erwartungen	,220	,078	,224	2,824	,006
V_INDEX_OF_negative Erwartungen	-,104	,139	-,051	-,752	,453
V_INDEX_TF_Verfügbarkeit	,099	,112	,069	,888	,376
V_INDEX_TF_Leistungsmerkmale	,014	,116	,011	,123	,903

**Tabelle 1: Koeffizienten der abhängigen Variablen des Gesamtmodells**

### 4.3 Regression des subsumierten Modells

Bei der Analyse des Gesamtmodells verdeutlichen sich die in der isolierten Betrachtung der Modellszenarien bereits identifizierten Einflussgrößen ebenfalls in gebündelter Form. Einen signifikanten Einfluss besitzen infolgedessen die organisationalen Faktoren. Von den gebündelten technologischen Faktoren ist kein signifikanter Einfluss ersichtlich, man kann jedoch von einem schwachen Trend sprechen. Der Einfluss der gebündelten regulatorischen Faktoren ist ebenfalls nicht signifikant messbar. Das subsumierte Modell dient primär der im folgenden Abschnitt vorgenommenen Validierung der aufgestellten Untersuchungshypothesen.

Hypothese H1 postulierte die organisationalen Faktoren als die Faktorengruppe mit dem stärksten positiven Einfluss. In der Betrachtung des subsumierten Gesamtmodells zeigt sich ein eindeutig überwiegender Einfluss der organisationalen Faktoren im Vergleich zu den nicht signifikanten anderen beiden Faktorengruppen. Der starke positive Einfluss der organisationalen Faktoren beruht überwiegend auf dem starken Einfluss verschiedener zugrundeliegender Determinanten. In der isolierten Betrachtung zeigten sich dabei vor allem die Ressourcenverfügbarkeit und die positiven Erwartungen als sehr starke Einflussgrößen. Die Untersuchungshypothese H1 kann unter den gegebenen Untersuchungsbedingungen verifiziert werden.

Hypothese H2 postulierte den positiven Zusammenhang zwischen negativer Bewertung regulatorischer Bestimmungen und dem negativen Einfluss auf die Proaktivität des Unternehmens bei der Technologieadoption. In der Betrachtung des subsumierten Gesamtmodells zeigt sich kein signifikanter Einfluss der regulatorischen Faktoren, sondern lediglich ein sehr schwacher Trend. In der isolierten Betrachtung der beiden zugrundeliegenden Variablen zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Einfluss auf die abhängige Variable. Die Untersuchungshypothese H2 muss somit unter den gegebenen Untersuchungsbedingungen falsifiziert werden.

Hypothese H3 postulierte den positiven Zusammenhang zwischen negativer Bewertung der technologischen Gegebenheiten und dem negativen Einfluss auf die Proaktivität des Unter-

nehmens bei der Technologieadoption. In der Betrachtung des subsumierten Gesamtmodells zeigt sich kein signifikanter Einfluss der technologischen Faktoren. In der isolierten Betrachtung der beiden zugrundeliegenden Variablen Leistungsmerkmale und Verfügbarkeit zeigte sich allerdings ein positiver Zusammenhang. Die Variable Verfügbarkeit zeigte dabei einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable, die Variable Leistungsmerkmale einen ersichtlichen Trend. Im subsumierten Gesamtmodell werden diese Variablen jedoch von anderen Variablen überlagert, beziehungsweise wirken sie über Mediatorvariable indirekt auf die abhängige Variable. Die Untersuchungshypothese H3 kann in Anbetracht der aufgezeigten eingeschränkten Sichtbarkeit der besagten Faktoren im Gesamtmodell unter den gegebenen Untersuchungsbedingungen dennoch verifiziert werden, da ein positiver Zusammenhang isoliert gemessen werden konnte.

## 5 Implikationen

Es lässt sich festhalten, dass von den Befragungsteilnehmern, die ihre Position angegeben haben (über 75%), fast 90 % der Geschäftsführung zuzuordnen sind. Dies deutet darauf hin, dass die untersuchte Thematik in der Praxis aktuell einen sehr hohen Stellenwert besitzt. Darüber hinaus lässt sich auch der Rückschluss ziehen, dass auf Grund der verhältnismäßig hohen Rücklaufquote von 20,9 % die Unternehmensrepräsentanten nicht nur strategisches Interesse am Thema haben, sondern auch akuten Handlungsbedarf sehen.

Es scheint im Hinblick auf die Ergebnisse der Untersuchung eine enge Verknüpfung zwischen Unternehmensgröße und Ressourcenverfügbarkeit zu geben. Eine steigende Unternehmensgröße geht dabei mit einer steigenden Verfügbarkeit finanzieller, personeller und informationeller Ressourcen einher. Die von Duchesneau, Cohn & Dutton [4] beschriebene Bedeutung der Ressourcenverfügbarkeit lässt sich auf die Proaktivität in der Technologieadoption übertragen. Ergo stehen größeren Unternehmen mehr freie Ressourcen zur Verfügung, was sie in die Lage versetzt, den Ausbau eines intelligenten Energieversorgungssystems proaktiver voran zu treiben. Dies beruht unter anderem auch darauf, dass größere Unternehmen vorhandene Ressourcen flexibler einsetzen können und breiteren Zugang zu informativen Ressourcen haben. Auch die analytische Betrachtung der im Rahmen der Untersuchung erhobenen Daten liefert vergleichbare Erkenntnisse, die einen Zusammenhang zwischen gegebenen organisationalen Faktoren und den Bestrebungen im Ausbau eines intelligenten Energieversorgungssystems verifizieren.

Bezüglich der Unternehmensstruktur fällt auf, dass es bereits sehr viele Kooperationen mit unternehmensexternen Partnern gibt. Die meisten Kooperationen bestehen dabei mit anderen Energieversorgungsunternehmen, aber auch andere Dienstleister, Hersteller und Beratungsunternehmen wurden häufig genannt. Diese Vernetzungen können einerseits einen konstruktiven Wissensaustausch ermöglichen, was vermutlich ein Grund für den mehrheitlich als gut bewerteten Wissenstand in Bezug auf intelligente Systeme ist, andererseits können aber auch kleinere Unternehmen hierdurch ihre verfügbaren Ressourcen bündeln. Dies ist vor allem hinsichtlich der Relevanz der Ressourcenverfügbarkeit von großer Bedeutung.

Die Unternehmen sehen sich zusammengefasst nur bedingt verantwortlich für den Ausbau eines intelligenten Energieversorgungssystems. Gleichzeitig betont die Mehrheit der Befragten jedoch, dass die Netzbetreiber und die Bundesregierung diesbezüglich aktiv werden müssten.

Dies verifiziert die untersuchte Grundproblematik dahingehend, dass scheinbar Faktoren vorliegen müssen, welche Unternehmen trotz der gesetzlichen Anforderungen und der damit verbundenen partiell geschaffenen Wettbewerbsbedingungen eine retroaktive Position einnehmen lassen. Die dichotome Unternehmensklassifizierung bestätigt, dass fast die Hälfte der befragten Unternehmen eine retroaktive Position bezieht. Die Wahrnehmung der dem Gesetzgeber beziehungsweise der Regulierungsbehörde zugeschriebenen Zuständig- und Verantwortlichkeiten wird von den Befragten mehrheitlich als suboptimal bewertet. Unter anderem sehen die befragten Unternehmensrepräsentanten große Defizite in der aktuellen Anreizregulierungsverordnung und erachten diese als nicht ausreichend, um eine nachhaltige Netzinfrastruktur bzw. einen technologisch aufwertenden Ausbau sicherzustellen.

Inwieweit zukünftig Dienstleister in Geschäftsprozesse integriert werden, lässt sich anhand der Angaben nicht final beurteilen. Ein Großteil der Unternehmen will beispielsweise bei der Installation und dem Betrieb intelligenter Stromzähler auf die Integration spezialisierter Dienstleister verzichten. Dies verdeutlicht einerseits die positive Beurteilung der eigenen Kompetenz in diesem Bereich, andererseits möglicherweise auch Befürchtungen von Kompetenzverlust bei Auslagerung der entsprechenden Prozesse. Bezüglich der Auslagerung des Informationsmanagements ziehen dagegen deutlich mehr Unternehmen die Inanspruchnahme eines spezialisierten Dienstleisters in Betracht.

Dies könnte mit den hohen Anforderungen an die Datensicherheit und die Integrität der Daten zusammenhängen, welche als Dienstleistung bezogen möglicherweise ökonomischer erfüllt werden können. Dennoch strebt auch hier die Mehrheit der befragten Unternehmen eine Lösung durch eine unternehmensinterne Abteilung an. Darüber hinaus gaben viele Teilnehmer an, diese Entscheidung noch nicht spezifiziert zu haben. Der Reifegrad der aktuell am Markt verfügbaren Produkte wurde sowohl generell als auch spezifisch bezüglich Interoperabilität und Datenübertragung eher als defizitär bezeichnet. Eine negative Bewertung dessen geht auch mit einer zurückhaltenden Position bzgl. des Ausbaus eines intelligenten Energieversorgungssystems einher.

Hemmnisse bestehen hinsichtlich der technologischen Faktoren. Die physische Verfügbarkeit und ein ausgeprägter Reifegrad der intelligenten Komponenten ist eine notwendige Voraussetzung für die Adoption. Die Unterstützung der Hersteller und Entwickler muss für eine effiziente Implementierung ebenso verfügbar sein. Daneben wird ein zielführender Einsatz nur durch entsprechend ausgebildete Leistungsmerkmale ermöglicht. Da diese Aspekte notwendige Voraussetzungen der Implementierung darstellen, wird ihre Existenz nicht als Katalysator betrachtet, sondern Mängel an ihnen als Hemmnis eingestuft.

## **5.1 Handlungsempfehlungen für die Praxis**

Die elementaren organisationalen Faktoren manifestieren sich maßgeblich in der Verfügbarkeit von Ressourcen. Die Unternehmensstruktur und die Unternehmensgröße scheinen einen wesentlichen Einfluss auf diesen Faktor auszuüben. Um den Ausbau eines intelligenten Energieversorgungssystems zu fördern, gilt es, auf Seite der Energieversorgungsunternehmen gezielt die Verfügbarkeit von Ressourcen zu erhöhen. Dies kann, soweit aus eigener Umorientierung der Unternehmensausrichtung nicht machbar, maßgeblich nur durch Zusammenschlüsse und Kooperationen mit unternehmensexternen Partnern geschehen.



Eine über die bisherigen Anstrengungen hinausgehende kollektive Vernetzung mit kontinuierlichem Wissensaustausch aller involvierten Akteure würde beispielsweise vorhandene Informations- und Wissensdefizite beseitigen. Zusätzlich können Erfahrungen ausgetauscht und bekannte Probleme und Herausforderungen diskutiert werden, was die mit der neuen Technologie verbundene Unsicherheit reduzieren kann.

Diese Maßnahmen kämen wiederum allen Beteiligten zu Gute, da nur die flächendeckende Markteinführung von Technologien Skaleneffekte erlaubt und Prozessoptimierungen ermöglicht.

Neben der Förderung der kollektiven Synergien durch unternehmensübergreifende Kooperationen sollten auch unberechtigte negative Erwartungen der Akteure nivelliert beziehungsweise vorhandene positive Erwartungen weiter angehoben werden. Dazu gilt es, Insellösungen zu vermeiden und die Kommunikation unter den beteiligten Akteuren zu fördern, aber auch Risiken eingehend zu untersuchen und Unsicherheiten damit zu reduzieren. Hierfür sollte die große Anzahl bisheriger Forschungsprojekte und Studien konsolidiert werden, damit vorhandene Erkenntnisse effektiv weiterentwickelt und angewandt werden können.

## **5.2 Weitere Forschungsansätze für die Wissenschaft**

Die Arbeit mit den vorhandenen Daten könnte dahingehend ausgeführt werden, dass weiter ausdifferenzierte Antwortmuster identifiziert werden. Hierbei könnten beispielsweise die Tätigkeitsbereiche der Unternehmen und der Befragten sowie deren Sichtweise auf die Verantwortungen des Ausbaus (Fragen 1 bis 4) in eine Analyse einbezogen werden. In der vorliegenden Arbeit wurden diese Angaben lediglich zur Beschreibung der Stichprobe eingesetzt. Ein weiterer Ansatz wäre, die untersuchte Problematik mit einem Strukturgleichungsmodells zu analysieren, um neben den Wirkungszusammenhängen auch die ermittelten Mediatoreffekte genauer beschreiben zu können. Da die untersuchten Variablen 51,5 % der Varianz der abhängigen Variablen erklären, könnte darüber hinaus untersucht werden, ob weitere Erklärungsvariablen existieren, die in der vorhandenen Arbeit nicht beachtet wurden.

Des Weiteren können andere Forschungsansätze zusätzliche Erkenntnisse liefern. Besonders in Anbetracht der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung könnten umfangreiche Kooperationsszenarien untersucht werden. Schlussendlich können, ebenfalls auf den gewonnenen Erkenntnissen beruhend, weitere Ansätze - wie beispielsweise die Ressourcentheorie - auf mögliche Übertragungen zur behandelten Problematik überprüft werden.

## 6 Literatur

- [1] Backhaus, K; Plinke, W; Erichson, B; Weiber, R (2008): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. 12. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [2] Chau, PYK; Tam, KY (1997): Factors Affecting the Adoption of Open Systems: An Exploratory Study. *MIS Quarterly*, 21(1):1-24.
- [3] Cyert, RM; March, JG (1963): A behavioral theory of the firm. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [4] Duchesneau, TD; Cohn, SF; Dutton, JE (1979): A study of innovation in manufacturing: Determinants, processes and methodological issues. Vol. 1, University of Maine, Orno, ME.
- [5] Hage, J (1980): Theories of organizations. John Wiley and Sons, New York.
- [6] Hanna, TH; McDowell, JM (1984): The determinants of technology adoption: The case of the banking firm. *Rand Journal of Economics*, 15:328-335.
- [7] Hirschorn, L (1988): Beyond mechanization. MIT Press, Cambridge, MA.
- [8] Kelly, MR; Brooks, H: The state of computerized automation in U.S. manufacturing. Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, MA.
- [9] Mansfield, E (1977): Research and development, productivity change, and public policy. Preliminary papers for a colloquium on the relationship between R&D and economic growth/productivity, 1-19, National Science Foundation, Washington, DC.
- [10] March, JG; Simon, HA (1958): Organizations. John Wiley and Sons, New York.
- [11] Rogers, Everett M (2003): Diffusion of Innovations. 5th Edition, The Free Press, New York.
- [12] Romeo, AA: The rate of imitation of a capital-embodied process innovation. *Economics*, 44:63-69.
- [13] Thong, JYL (1999): An Integrated Model of Information Systems Adoption in Small Businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4):187-214, Spring.
- [14] Tornatzky, G; DePietro, R (1987): Learning to use computers that think. *Training and Development Journal*, 47-50.
- [15] Tornatzky, LG; Fleischer, M (1990): The Processes of Technological Innovation. Lexington Books, Lexington, MA.
- [16] Tushman, ML; Nadler, DA (1986): Organizing for innovation. *California Management Review*, 28(3):74-92.
- [17] Zhu, K; Kraemer, KL; Xu, S (2003): Electronic business adoption by European firms: a cross-country assessment of the facilitators and inhibitors. *European Journal of Information Systems*, 12(4):251-268.

# **Forecasting day ahead spot price movements of natural gas – An analysis of potential influence factors on basis of a NARX neural network**

**Sebastian Busse**

Georg-August-University Göttingen, Institute of Information Systems  
(Chair of Information Management), 37073 Göttingen,  
E-Mail: sbusse@uni-goettingen.de

**Patrick Helmholz**

TU Braunschweig, Institute of Business Information Systems  
(Chair of Information Management), 38106 Braunschweig,  
E-Mail: p.helmholz@tu-bs.de

**Markus Weinmann**

TU Braunschweig, Institute of Business Information Systems  
(Chair of Information Management), 38106 Braunschweig,  
E-Mail: markus.weinmann@tu-bs.de

## **Abstract**

Using a dynamic forecasting approach on basis of a NARX neural network, the possibility of forecasting the day ahead spot price movement of natural gas in the market area of NetConnect Germany is examined. For this purpose, several trader interviews brought together potential influence factors such as temperature, cross-border flows or storage withdrawal rates. To determine the optimal variable combination, those influence factors are used in a sensitivity analysis to estimate the individual impact. It could be shown, that a NARX net depending on only five factors (temperature, exchange rate and the settlements of three major gas hubs) produces the most accurate forecast. As the dominating influence factor the temperature forecast four days ahead ( $t+4$ ) could be identified.

## **1 Introduction**

For decades, the German natural gas market was characterized by a monopolistic structure which did not allow a competitive environment at all. It consisted out of a mosaic-like pattern of different little subnets for the transmission of natural gas. Therefore, a utility company which wanted to supply natural gas to a customer not situated in its own transmission network, had to agree with a large number of transmission operators to transport the gas

from the origin to the specific customer. Against the background of a decrease in investments in the mid 80's, the European Commission (EC) started reacting with directives aiming at the liberalization of the energy sector to ensure compatible energy prices. In the middle of the ECs activities was the implementation of the "Entry-Exit-Model" in 2005. This model footed on the creation of large market areas (think of it as pools) in which one has to only agree on one entry- and one exit-agreement. By implementing this system, the barrier for supplying gas to customers nationwide was lowered significantly, enhancing competition.

The forecast of the future movement of the natural gas price becomes therefore more and more important. Accurate forecasts enable market participants to manage their portfolio optimally by placing bids and orders at the right point in time which again helps them to outperform their opponents. To determine this point in time, knowledge about potential input factors which have an impact on the future movement of natural gas spot prices is needed.

In the course of a research project between Braunschweiger Versorgungs-AG & Co. KG (BS Energy) and a German university, this problem was addressed and a model to forecast the day ahead movement of the natural gas spot market price was developed and tested to identify and analyze impact factors on the natural gas spot price movement.

During this research project, three questions had to be answered:

- Which external (fundamental) factors exist having an impact on the short-term natural gas spot price movement? Which impact do they have?
- Which variable combination is sufficient enough to calculate compatible forecasts?

Because BS Energy is already using tools to forecast electricity and natural gas load time series, which are based on Artificial Neural Networks (ANN), the third question to be answered was:

- Are ANN a good model architecture to forecast natural gas spot price movements?

This paper presents an overview of the research results and is structured as follows:

First, the motivation of this research is discussed and a short literature review is given revealing publications which deal with the forecasting of price time series in energy markets and the application of ANN for this purpose. Also, it is reasoned why ANN are used as the model architecture to forecast natural gas spot price movements. Second, the development of the used model, the used data and the methodology of the performed sensitivity analysis are explained. Afterwards the results of the sensitivity analysis used for variable selection are shown. Finally, the model is tested and compared to similar research results.

## 2 Literature review

Many papers exist implementing Artificial Neural Networks or other statistical methods, i.e. Box-Jenkins (BJ), autoregressive integrated moving average (ARIMA) or generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (GARCH) for the purpose of forecasting electricity related time series (e.g. system load and hourly price forecasts) [12]. However, publications in the domain of natural gas market oriented forecasts are sparse.

Subject of most research in this domain is the analysis of general or specific applicability of those methods for energy specific time series (e.g. [13], [15], [17]). Another common

approach is to compare them against each other (e.g. [1], [9], [18], [19], [20]). It could be shown, that ANN (or hybrid methods based on ANN) outperform rivaling methods forecasting electricity related time series in most cases (e.g. [3], [13], [18]). It is reasoned that ANN draw their strength in the underlying nonlinearity within the input data. There is no doubt that electricity related time series clearly show nonlinearities (e.g. [1], [15]).

For both, the electricity and the natural gas market, the air temperature is to be said (one of) the main variable(s) influencing the demand.<sup>1</sup> In addition, both resources are grid-bound. Furthermore, gas-fired power plants link both markets closely together. The current politically influenced switch in the German energy mix away from nuclear power towards renewables even intensifies this link because more flexible gas-fired plants are needed to level out the dynamic renewable energy supply.

It is because of that close relationship between the electricity market and the natural gas market, why ANN are guessed to be a good model architecture to forecast natural gas spot price movements.

Due to their complexity and their "black-box" nature, many people still do not trust ANN forecasting capabilities (e.g. [15], [20]). In [15] the authors identified two reasons for this behavior: First they mention that often overfitting leads to poor results. Additionally, non-systematic model tests and results not presented in an adequate manner contribute to that problem. Furthermore, the authors criticized common (linear) methods to determine the optimal lag like the autocorrelation function (ACF) or the partial autocorrelation function (PACF) having ANN as the model architecture. They state that using those methods, nonlinear relations within the model data cannot be detected.

In comparison to most publications in which the approach is to directly forecast the future price (e.g. [1], [3], [8], [9], [13], [17], [18]) the target variable represents the price movement in percent in relation to the settlement price of the day before. This is done for the reason that unlike the electricity price, natural gas prices show little volatility.<sup>2</sup>

As mentioned, publications regarding price forecasting in the natural gas market are sparse. One of the few is the early paper of Buchanan et al. (2001) [5]. They try to predict natural gas spot price movements for the US market analyzing trader positions which are published on a weekly basis for the American market in the U.S. Commodity Futures Trading Commission (CFTC) Commitment of Traders Report. A similar publication for the German market area is not available. Therefore this approach is not feasible for the local market, although they were able to present satisfactory results applying this method.

Another research paper dealing with natural gas price forecasts is published by Nguyen et al. (2010) [11]. However, the authors of that paper are not focusing spot market prices but monthly forward products (futures) instead. They were able to calculate the forecast with a mean absolute percentage error (MAPE) between 1.6 and 1.8 percent using linear regression (LR) and GARCH models. Using a multilayer perceptron (MLP), a special form of ANN, they achieved slightly worse results than using the GARCH approach.

---

<sup>1</sup> This is claimed in [15] for the electricity market.

<sup>2</sup> The spot market price for electricity (PHELIX) at the European Energy Exchange (EEX) fluctuates between 30 and 80 EUR per MWh, whereas the average volatility of the spot market price for natural gas at the EEX is about three percent.

## 3 Method and Data

### 3.1 Data

At the beginning of the research project in February 2011, several internal, i.e. BS Energy, and external (i.e. Centrica Energie GmbH, Stadtwerke Hannover AG) traders and portfolio managers were questioned to identify potential influence factors of natural gas prices. All questioned persons possess many years of experience in natural gas trading and can therefore be classified as experts regarding the natural gas market. They identified the following influence factors:

- Geopolitical events and political decisions
- Seasonality / Temperature
- Storage key figures
- Transport capacity / System load
- Substitutes (e.g. oil price)
- Clean Spreads
- Liquefied natural gas (LNG) availability

Most of those named factors are backed by literature (e.g. [2], [11]).

After the survey was completed (end of February 2011), time series data for available information reflecting the mentioned factors or derivations of it was gathered. Yet, the factor “geopolitical events and political decisions” could not be mapped in a time series due to its nature. Also, sufficient information regarding LNG availability was not obtainable.

On top of the named input variables, technical variables in form of the settlement spot prices of the major gas hubs National Balancing Point (NBP), Title Transfer Facility (TTF) and the target price time series of NetConnect Germany (NCG) were collected. The interval limiting factors were the storage key figures, like the storage withdrawal rate and the storage level in use. That information is available since January 2010 only. Therefore time series data from January 2010 to February 2011 is being used. Data for all fundamental variables can be found openly accessible in the internet.<sup>3</sup> Price time series were provided by Norwegian data aggregator Montel and the European Energy Exchange (EEX) via their online platforms.

Hence, the variable test set includes the following inputs:

- Natural gas price time series (NCG, NBP and TTF)
- Diff2FM  
(difference between current spot price and the future contract for delivery in 2 month)
- Exchange rate USD/EUR
- Gasoil (spot price)
- Net cross-border flows into Germany (for available border points)

---

<sup>3</sup> Fundamental variables like cross-border flows, storage withdrawal rate, storage level, etc. are openly accessible via the transparency platform of the European network of transmission system operators for gas (ENTSO-G) under the URL <http://www.gas-roads.eu>

- Temperature forecasts (1 to 5 days ahead)
- Storage withdrawal rate (netWD), storage level (sfull) and self-designed weighted<sup>4</sup> net withdrawal rate (weighted netWD)
- Clean Spreads (spot and front month contracts for base- and peak-load)
- Temporal information (days to next trading day / national holidays)

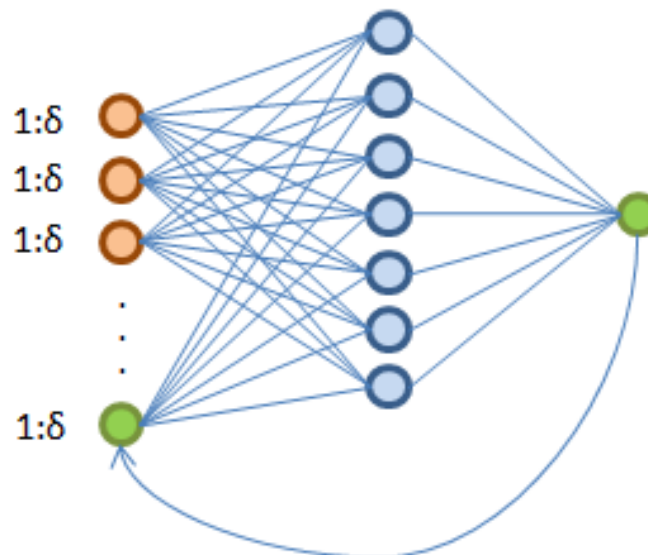
To fit the task, the data is preprocessed. First, all but the time series for the temporal information are converted into the daily change in percent:

$$t_{\text{perc}} = \left\{ \frac{t_0 - t_{-1}}{t_{-1}} \right\} \quad (1)$$

Secondly, data sets containing outliers were removed, having outliers defined as values differing more than four times the standard deviation from the mean. Afterwards, using a map-min-max function, the values were transformed into the interval  $] -1:1[$  reflecting the most sensitive range of the activation function (hyperbolic tangent) of the ANN.

### 3.2 Model architecture and forecasting method

A Nonlinear Autoregressive Neural Network with eXogenous inputs (NARX) was used as model architecture to forecast the movement of the day ahead spot price for the market area NetConnect Germany (NCG) as the, at that time, largest market area in Germany. This type of network design belongs to the group of (time) recurrent networks meaning that it incorporates temporal information in its forecasting algorithm.<sup>5</sup> The choice to use a NARX topology is based on the conclusion, that NARX networks have been shown to perform better than many conventional recurrent networks [10].



**Figure 1: Schematic draft of a NARX Neural Network**

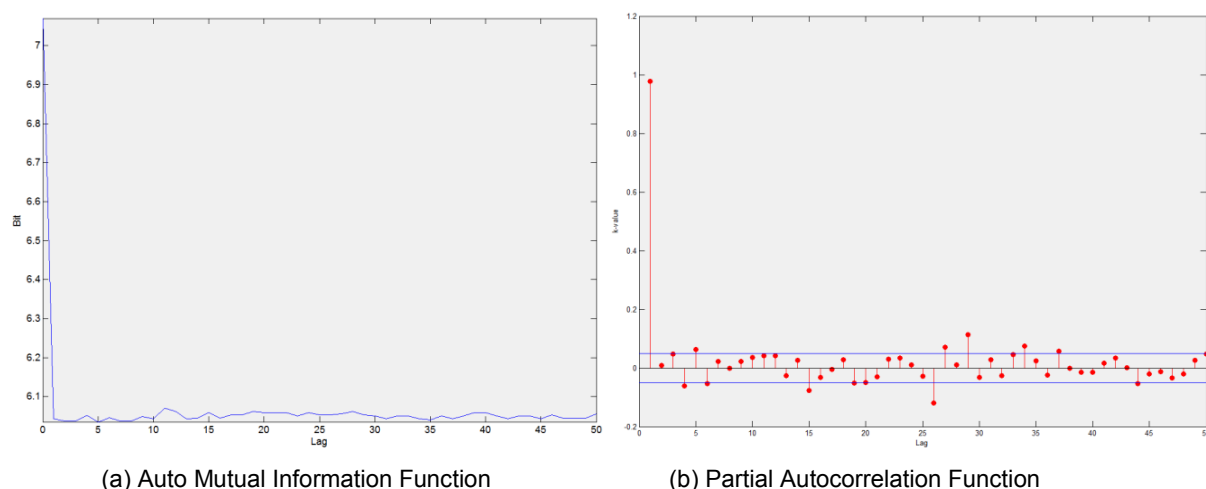
<sup>4</sup> The weight is a parabolic function of the storage level. This approach is based on the assumption that the impact of a storage withdrawal has more influence on market participant's behavior when the storage operates at its technical boundaries.

<sup>5</sup> See [4] for detailed information about recurrent neural networks.

For the optimal amount of hidden neurons a methodology introduced in [8] is being used which is based on the Geometric Pyramide Rule of Masters. Following this rule the optimal amount of hidden neurons is determined by the square root of the amount of input neurons multiplied by the number of output neurons. Therefore, the model architecture consists out of a NARX neural network with 40 neurons<sup>6</sup> on the input layer, one neuron on the output layer and one hidden layer containing seven hidden neurons.

Using a recurrent neural network (RNN) helps to map temporal information from passed periods onto the future development of the time series. However, this methodology creates the need of determining the optimal lag ( $\delta$ ) of each individual input stream. In this case, the optimal lag is selected using two different methods. First, with an auto mutual information function (AMIF) trying to analyze the nonlinear dependencies within the temporal data (see Figure 2(a)).<sup>7</sup> Second, for reasons of comparison, a partial autocorrelation function (PACF) as a linear method was used to calculate the, by definition linear, correlation within each input stream (see Figure 2(b)).

By finding the first local minimum of each time series AMIF, the optimal lag is being determined [3]. Applying this method to all time series the optimal lag is found to be at point  $t_{-1}$ . The PACF analysis produces the same outcome, having the level of significance set to 0.05.



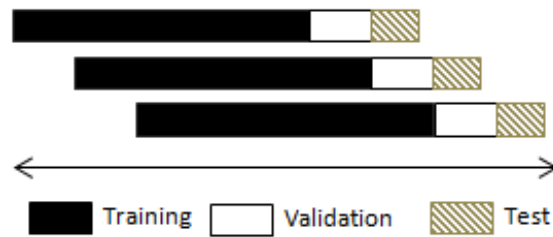
**Figure 2: AMF and PACF to determine optimal lag**

Furthermore, due to a small data basis a jackknife method, as presented in [1], combined with a moving window testing method (see Figure 3), similar to the one presented in [8], is being used. By doing this, the latest data set within the interval is separated and the remaining sets are assigned to the training and validation sets by random. Only the separated set is being used as test set. To guarantee a sufficiently large testing interval, after the forecast is calculated using this configuration, the windows are moved one time step ahead and the model is newly initialized and trained to calculate the next forecast.

<sup>6</sup> 40 input neurons result out of 19 input variables each be considered with the current value and one lagged value. Additionally the calculated forecast is used as an input for the next calculation.

<sup>7</sup> See [16] for a detailed explanation of mutual information.





**Figure 3: Moving window testing method based on [8]**

To ensure automatic forecasting ability, meaning that the model is always using the latest information available, a dynamic forecasting approach is applied. This is especially important, because the natural gas market changes constantly due to the fact that it is still in a development phase. The dynamic forecasting method therefore does not initialize and train the ANN one time only but for every forecast again. Additionally, for every single forecast a number of iterative forecasts are calculated to average the output. That way, extreme forecasts can be reduced.

### 3.3 Evaluation criteria and sensitivity analysis

As main evaluation criteria a performance indicator called "hitratio" is being used. It reflects the proportion of successful forecasts and is calculated as follows:

$$\text{hitratio} = \left\{ \frac{\text{forecasts} - \text{errorcount}}{\text{forecasts}} \right\} \quad (2)$$

In the end a forecast is called successful if the algebraic sign of the forecast matches the true one. This kind of performance measure is not one of the popular measures but can be found in other publications, possibly under different names [7]. Mainly the decision to use this measure is based on the task provided by BS Energy, who wanted to develop a method forecasting the direction the spot price will change. The little volatility of natural gas spot price movements added to the problem that standard measures were not appropriate for the task assigned. However, to include at least one standard measure classifying ANN performance [20], the forecast's MAPE is calculated.

To analyze each input's impact on the movement of the natural gas spot price, two sensitivity analysis are conducted. First, as a benchmark, a feature selection method introduced in [14] by Peng et al. (2005) is applied. Their minimal-redundancy-maximal-relevance (mRMR) criterion is based on the calculation of the maximal relevance between the individual variables using mutual information trying to achieve minimal redundancy between the input factors. Mathematically it is defined by the following constraint:

$$\max_{x_j \in X - S_{m-1}} \left[ I(x_j; c) - \frac{1}{m-1} \sum_{x_i \in S_{m-1}} I(x_j; x_i) \right] \quad (3)$$

In this case,  $I$  stands for the, on mutual information based, relevance and  $S_{m-1}$  for the feature set with  $m-1$  features.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> For detailed information about the mRMR-algorithm see [14]

The second sensitivity analysis is focusing on a sensitivity test of the model analyzing the influence of each fundamental variable on the set of technical input factors (i.e. all natural gas price time series). During the analysis, each fundamental variable was added to the set of technical input factors separately observing the impact on model performance in terms of hitratio and MAPE. In the aftermath, the results of the sensitivity analysis were used to select the features maximizing the model performance.

## 4 Results

### 4.1 Sensitivity analysis

As test interval, the period between mid January 2011 and mid February 2011 is selected representing the most current period within the available data. For each day of the test period six forecasts are calculated to select the median as benchmark. The results of the sensitivity analysis are shown in Table 1. In contrast to the mRMR-based sensitivity analysis the variables relevant for storage (*sfull*, *netWD*) were examined independently to be able to evaluate the designed variable *weighted netWD*. The results tend to show that the storage level does not have a significant impact on the price movement. Therefore, the designed withdrawal measure is influenced negatively by the storage level and does not have more impact than the withdrawal rate on its own.

Var Name	Sens Rank	mRMR Rank	Hitratio			
			Median	Min	Max	Spread
<i>Tech Vars</i>		2,3,4	0.4656	0.4138	0.5862	0.1724
Temp Progn t+4	1	1	0.6207	0.5172	0.6923	0.1751
Temp Progn t+2	2	17	0.5769	0.4615	0.7692	0.3077
Gasoil	3	7	0.5690	0.3793	0.6207	0.2414
Diff 2FM	3	14	0.5536	0.5000	0.6071	0.1071
t+1 holiday	5	12	0.5517	0.5172	0.5862	0.0690
USD/EUR	6	5	0.5517	0.4138	0.6207	0.2069
netWD	7	*	0.5400	0.4800	0.6000	0.1200
weighted netWD	8	15	0.5158	0.4815	0.6667	0.1852
CS DA Base	9	10	0.5000	0.4138	0.6552	0.2414
CS FM Base	10	8	0.4828	0.4138	0.6897	0.2759
Span t+1	11	13	0.4828	0.4138	0.6207	0.2069
Netflow	12	6	0.4815	0.4444	0.5158	0.0741
Temp progn t+3	13	18	0.4815	0.2963	0.6296	0.3333
Temp Progn t+5	14	16	0.4808	0.2692	0.5385	0.2692
Temp progn t+1	15	19	0.4808	0.2692	0.5769	0.3077
sfull	16	*	0.4483	0.3793	0.4828	0.1034
CS FM Peak	17	9	0.4483	0.2414	0.5862	0.3448
CS DA Peak	18	11	0.4138	0.3893	0.4828	0.1034

**Table 1: Results of the sensitivity analysis**

Another observation suggests that of all examined fundamental input factors the forecast of the temperature four days ahead has the most impact on the natural gas spot price movement. This could be due to the instance that close temperature forecasts are already

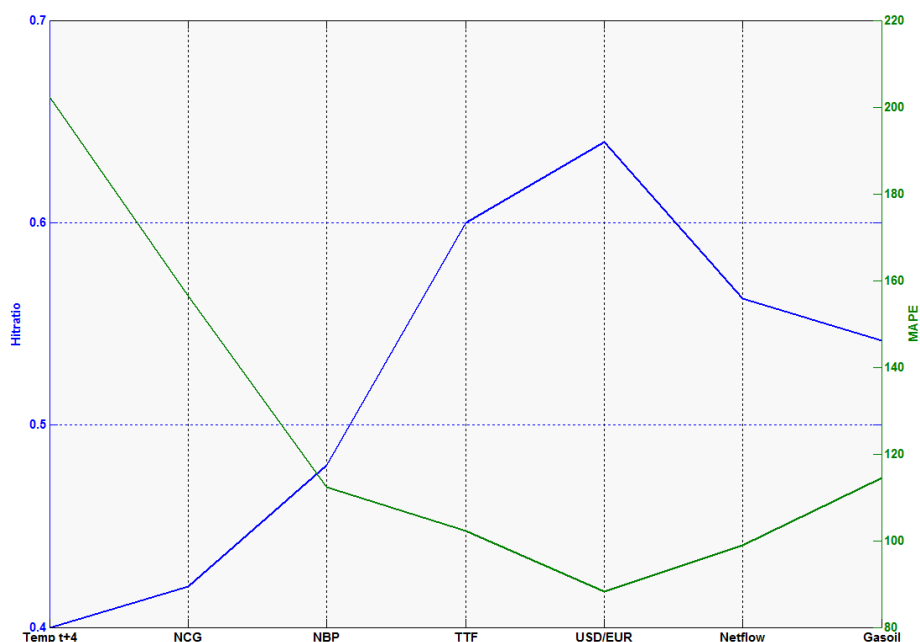
included in today's prices. Because temperature forecasts for days far in the future (obviously more than four days ahead) are very uncertain, four days ahead could therefore be the point at which market participants start to believe in temperature forecasts and begin to include those information gains into their pricing estimates.

The variable *Temp Progn t+2* does probably not have a significant impact on the price movement although the sensitivity analysis suggests that at first sight. The large spread indicates that by adding this input factor no forecasting stability is being gained. In addition, the high mRMR-rank does tend to suggest that the high sens-rank is achieved randomly. In contrast to this variable, the two input factors *USD/EUR* and *gasoil* seem to have a significantly large impact on the natural gas spot price movement, because they show relatively good and equal performances in both rankings.

It is important to bear in mind that the mRMR-method does consider dependencies between the variables. Hence, most differences between both methods' rankings are explainable.

## 4.2 Maximizing model performance

Adding input factors iteratively based on the variable's mRMR-rank, the best model performance can be observed at step five, at which the model processes five input streams: the temperature forecast four days ahead, the natural gas prices of the three major hubs and the exchange rate USD/EUR (see Figure 4).



**Figure 4: Model test results based on mRMR rank**

At step five, the hitratio reaches a maximum at 0.64. At the same time the MAPE is at its minimum at 88.20. After step eight, the performance converges against a hitratio of 0.5490 and a MAPE of 125.

Compared to a naïve forecasting approach, defining today's price movement as the forecast, the model performs better. Over the same period, the naïve method achieves a hitratio of 0.6 and a MAPE of 317.

## 5 Discussion

It was not a surprise that the temperature does have the largest impact on the short term gas price development. Nevertheless, the observation, that the four day ahead forecast does have the most influence is interesting. This finding matches presumptions some traders mentioned in the interviews previous to the model development, that four days ahead marks the point in time from which on temperature forecasts are being trusted.

In addition, the result, that the exchange rate between the US dollar and the Euro is of importance for the natural gas spot price movement, leads to the question if the exchange rate between the British Pound and the Euro is of importance, too. This is based on the fact, that with the NBP, the most active (European) trading hub in terms of traded volume is located outside the Euro zone.

Also, the observation that both, nonlinear and linear methods to identify the optimal lag show the same results suggests, that the natural gas price (short-term) development is not dominated by nonlinear input factors. Therefore linear methods, like GARCH, may be favored before nonlinear ones like ANN to reduce forecasting complexity.

## 6 Conclusion and outlook

At the beginning of the research project three questions were addressed:

1. Which external (fundamental) factors exist having an impact on the short-term natural gas spot price movement? Which impact do they have?
2. Which variable combination is sufficient enough to calculate compatible forecasts?
3. Are ANN a good model architecture to forecast natural gas spot price movements?

Forecasting price movements instead of definite prices is not common in literature. The reasons why it was done for this research were laid down in section two.

During the project, a set of input factors having an impact on the short-term natural gas spot price movement was assembled questioning natural gas market experts. This variable set was then tested on each variable's individual impact on the spot price movement. The results are shown in Table 1.

To answer the second question, the feature selection algorithm of Peng et al. (2005) [14] was applied and the selected variables were fed to the model iteratively. The best performance could be achieved selecting only five input factors (the temperature forecast four days ahead, the natural gas spot prices of the three major hubs and the exchange rate USD/EUR). This variable combination led to a forecasting accuracy of 0.64 in terms of hitratio and of 88.20 in terms of MAPE.

It was mentioned that publications aiming at forecasting natural gas prices are sparse. Therefore it is difficult to evaluate the model performance. To get a feeling and to classify the model performance one may have a look at the recently published paper of Kara et al. (2011) [7]. They do not forecast natural gas prices but the development (movement) of the Istanbul Stock Exchange National 100 Index. Because the Turkish stock market is relatively small compared to major stock markets, it may be seen analogously to the market of natural gas which is a relatively small market, too. Applying an ANN-model, they were able to achieve

hitrations, they call it prediction performance, between 68.29 and 79.67, depending on the interval observed. Thus, this model's results can be seen as satisfactory. The poorer results for the gas market forecasts may be due to even less market participants than there are on the Turkish stock market. Even Federal Minister of Economics and Technology Philipp Rösler just stated in an *Energate* newsletter that there is not enough structural competition in the German energy sector.<sup>9</sup>

For future research the data availability and quality should be much better, enhancing especially ANN forecasting performance, because ANN are said to perform better on a relatively large data set, compared to other forecasting methods [6]. During 2011 the liberalization process took a step forward and now forces transmission operators to publish relevant data immediately and openly accessible on the internet. Rising competition helps to additionally increase volumes traded at EEX. Between natural gas traders it is commonly agreed on, that in the near future even more volumes are traded at EEX.

As a conclusion of this research, linear models should be tested on their forecasting performance of natural gas spot price movements. Our model results could serve as a good benchmark for this purpose. Additionally, similar tests should be conducted in later periods to validate the hypothesis, that data availability and quality is improving continuously.

## 7 References

- [1] Allred, LG (1991): Jackknife method for validating neural network models. In: IJCNN-91-Seattle International Joint Conference on Neural Networks.
- [2] Amjady, N; Keynia, F (2008): Day ahead price forecasting of electricity markets by a mixed data model and hybrid forecast method. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 30(9):533-546.
- [3] Andalib, A; Atry, F (2009): Multi-step ahead forecasts for electricity prices using NARX: A new approach, a critical analysis of one-step ahead forecasts. *Energy Conversion Management* 50(3):739-747.
- [4] Bodén, Mikael (2001): A guide to recurrent neural networks and backpropagation: Report from the NUTEK-supported project AIS-8, SICS.Holst: Application of Data Analysis with Learning Systems.
- [5] Buchanan, WK; Hodges, P; Theis, J (2001): Which way the natural gas price: an attempt to predict the direction of the natural gas spot price movements using trader positions. *Energy Economics* (23):279-293.
- [6] Foster, WR; Collopy F; Ungar LH (1992): Neural network forecasting of short, noisy time series. *Computers & Chemical Engineering* 16(4):293-297.
- [7] Kara, Y; Acar Boyacioglu, M; Baykan, Ö (2011): Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange. *Expert Systems with Applications* 38(5):5311-5319.
- [8] Kasträ, I.; Boyd, M. (1996): Designing a neural network for forecasting financial and economic time series. *Neurocomputing* 10(3):215-236.

---

<sup>9</sup> He stated this in an interview printed in the *Energate Messenger* of 11/08/03

- [9] Li, G; Liu, CC; Mattson, C; Lawarree, J (2007): Day-Ahead Electricity Price Forecasting in a Grid Environment. *IEEE Transactions on Power Systems* 22(1):266-274.
- [10] Lin, T; Horne, GB; Giles CL; Kung, SY (1998): What to Remember: How Memory Order Affects The Performance Of NARX Neural Networks. In: *IEEE World Congress on Computational Intelligence*:1051-1056.
- [11] Nguyen, HT; Nabney, IT (2010): Short-term electricity demand and gas price forecasts using wavelet transforms and adaptive models. *Energy* 35(9):3674-3685.
- [12] Nogales, FJ; Contreras, J; Conejo, AJ; Espinola, R (2002): Forecasting Next-Day Electricity Prices by Time Series Models. *IEEE Transactions on Power Systems* 17(2):342-348.
- [13] Pino, R; Parreno, J (2008): Forecasting next-day price of electricity in the Spanish energy market using artificial neural networks. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 21(1):53-62.
- [14] Peng, H; Long, F; Ding, C (2005): Feature selection based on mutual information: criteria of max-dependency, max-relevance, and min-redundancy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 27(8):1226-1238.
- [15] Steinherz Hippert, H; Pedreira, CE; Rainaldo Castro, S (2001): Neural networks short-term load forecasting. A review and Evaluation. *IEEE Transactions on Power Systems* 16(1):44-55.
- [16] Steuer, R.; Kurths, J.; Daub, O.; Weise, J.; Selbig, J. (2002): The mutual information: Detecting and evaluating dependencies between variables. *Bioinformatics* 18(2): 231-240.
- [17] Szkuta, BR; Sanabria, LA; Dillon, TS (1999): Electricity Price Short-Term Forecasting Using Artificial Neural Networks. *IEEE Transactions on Power Systems* 14(3):851-857.
- [18] Vahidinasab, V; Jadid, S; Kazemi, A (2008): Day-ahead price forecasting in restructured power systems using artificial neural networks. *Electric Power Systems Research* 78(8):1332-1342.
- [19] Weigend, AS; Gershenfeld, N (1993): Results of the time series prediction competition at the Santa Fe Institute. In: *IEEE International Conference on Neural Networks*.
- [20] Zhang, G; Patuwo, BE; Hu, MY (1998): Forecasting with artificial neural networks. The state of the art. *International Journal of Forecasting* 14:35-62.

# **Ein Process Performance Management System in der Energiewirtschaft – Entwicklung für einen Shared Service Provider am Beispiel des Lieferantenwechselprozesses**

**Josef Blasini**

Universität Regensburg, Institut für Wirtschaftsinformatik,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III, 93053 Regensburg,  
E-Mail: josef.blasini@wiwi.uni-regensburg.de

**Susanne Leist**

Universität Regensburg, Institut für Wirtschaftsinformatik,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III, 93053 Regensburg,  
E-Mail: susanne.leist@wiwi.uni-regensburg.de

## **Abstract**

Mit den Beschlüssen GPKE und GeLi Gas wurden von der Bundesnetzagentur standardisierte, diskriminierungsfreie Prozesse und Nachrichtentypen eingeführt. Zur Überwachung der Einhaltung dieser neuen Marktkommunikationsprozesse eignet sich ein Process Performance Management System, welches die Planung, Kontrolle und Steuerung der Prozesse umfassend unterstützt. Ein Shared Service Provider ist damit in der Lage, neben der Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften auch die Service Level Agreements seiner Auftraggeber vollständig zu überwachen. Erfahrungen eines Kooperationsprojekts zeigen, dass ein solches System einen wesentlichen Beitrag zur Prozessoptimierung, zur Berichtsfähigkeit und zur Kommunikation mit dem auftraggebenden Service Integrator leisten kann.

## **1 Einleitung**

Das Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) [7] und die darin enthaltenen Unbundling-Vorgaben (Entflechtung von Netzbetrieb und Vertrieb) wie auch die Einführung diskriminierungsfreier Geschäftsprozesse zur Anbahnung und Abwicklung der Netznutzung im Strom- und Gasbereich (vgl. [3; 5]) führen zu grundlegenden Veränderungen des Energiesektors. Als Konsequenz des Unbundling treten neue Akteure in den Energiemarkt ein, wie beispielsweise bundesweite Energielieferanten (u. a. YELLO, eprimo, E WIE EINFACH oder 1·2·3energie) oder Shared Service Provider

(SSP), die standardisierte Dienstleistungen im Wertschöpfungsnetzwerk u. a. zwischen Energielieferanten und Netzbetreibern übernehmen. Die bestehenden Strom-, Gas- und Wärmeanbieter werden zu einem umfassenden und grundlegenden Umdenken gezwungen [21]. Bisher gelebte Geschäftsprozesse müssen an die neuen Vorgaben angepasst und mit technischen Systemen unterstützt werden. Zielsetzung ist dabei, nicht nur die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Die Durchführung grundlegender Veränderungen stellt für Unternehmen immer eine besondere Herausforderung dar. Wobei nicht nur zu entscheiden ist, welche Ziele und Maßnahmen zu ergreifen sind, sondern auch die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen zu überprüfen ist. Dieser Problemstellung widmet sich der vorliegende Beitrag. Da als grundlegende Veränderung die Übernahme der gesetzlich vorgeschriebenen Geschäftsprozesse in der Marktkommunikation fokussiert wird, eignet sich für die Überwachung der Wirksamkeit ein Process Performance Management System (PPMS). Das PPMS kann den Durchlauf der neu implementierten Prozesse verfolgen und der Berichtspflicht gegenüber der Bundesnetzagentur (BNetzA) genügen. Um konkretere Gestaltungsvorschläge für das zu entwickelnde PPMS ableiten zu können, wird die Untersuchung am Beispiel eines SSP durchgeführt, der den Lieferantenwechselprozess für bestehende und neu in den Markt eintretende Energielieferanten übernimmt. Der SSP ist ein besonders interessanter Anwendungsfall, da er als neuer Akteur mit wichtiger Funktion (Sicherstellung des Unbundling und gleichzeitig Unterstützung der Diskriminierungsfreiheit) in den Energiemarkt eintritt.

Ziel dieses Beitrags ist es deshalb, ein PPMS für einen SSP im Energiesektor zu entwickeln, das die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sowie die Erfüllung von Service Level Agreements (SLAs) überwacht. Nach dieser kurzen Einführung werden deshalb in Abschnitt 2 zunächst grundlegende Begriffe und Rahmenbedingungen vorgestellt. Darauf aufbauend werden in Abschnitt 3 allgemeine sowie spezielle Anforderungen an ein PPMS abgeleitet und in Abschnitt 4 bestehende Lösungsansätze damit bewertet. Anschließend wird in Abschnitt 5 das entwickelte PPMS eingeführt und aufgezeigt, wie die vorgegebenen Anforderungen umgesetzt wurden. Den Abschluss bilden in Abschnitt 6 Erfahrungen aus dem Projekt und in Abschnitt 7 ein Ausblick auf weitere Forschungsmöglichkeiten.

## **2 Definitionen und Rahmenbedingungen für das PPMS**

### **2.1 Begriffsabgrenzung**

Die Begriffe Performance Measurement und Performance Management werden in der Literatur nicht einheitlich verwendet, was nicht zuletzt darauf zurückzuführen ist, dass sich Autoren aus unterschiedlichen Disziplinen (Strategieforschung, Personalmanagement, Organisationsforschung, Wirtschaftsinformatik etc.) damit beschäftigen [8]. In den folgenden Ausführungen wird Performance Measurement auf den Messvorgang reduziert, in dem die Leistungsbewertung erfolgt und als Teilaufgabe im Rahmen des Performance Managements gesehen. Das Performance Management beinhaltet neben der Messung und Überwachung auch die Analyse der Messergebnisse sowie die Planung, d. h. die Festlegung, was als Leistung verstanden wird und wie diese zu bewerten ist [1]. Die Analyse im Performance Management ist zu differenzieren von Analysen wie z. B. im Qualitätsmanagement, die explizit Techniken (z. B. Failure Mode and Effects Analysis) einsetzen, um Ursachen für Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Werten zu ergründen. Die Analyse im Performance

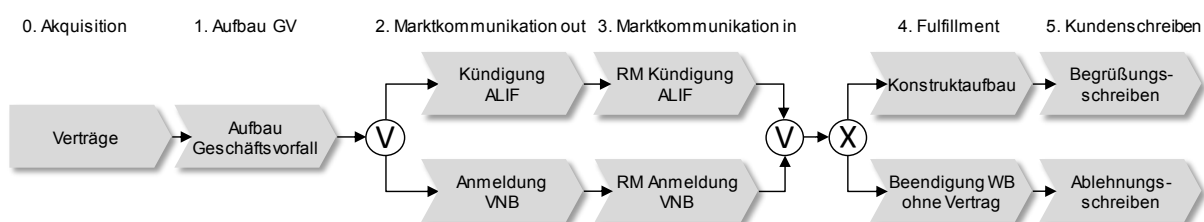


Management liefert lediglich Anhaltspunkte, um z. B. durch Erhöhung von Ressourcen entstehende Engpässe zu vermeiden. Zur besseren Abgrenzung wird deshalb im Folgenden von Steuerung gesprochen. Im Performance Management werden dann insgesamt drei Phasen betrachtet: Planung, Kontrolle (einschließlich Messung und Überwachung) und Steuerung. Diese Phasen finden sich auch im doppelten Regelkreis des Business Performance Managements wieder, der die Planungsphase differenzierter betrachtet. Während sich der erste Kreis mit der strategischen Planung (Definition von Unternehmenszielen, von (strategischen) Key Performance Indicators (KPIs) und Prozessdesign) beschäftigt, befasst sich der zweite Kreis hauptsächlich mit der operativen Planung (Prozess-Performance), der Kontrolle und Steuerung der Prozesse [6].

Da in diesem Beitrag der Prozess als Bezugspunkt des Performance Managements behandelt wird, lässt sich der Themenbereich auf das Process Performance Management (PPM) eingrenzen. Die Phasen des Performance Managements werden auch im Prozessmanagement verwendet und finden sich beispielsweise unter der Überschrift Prozesscontrolling wieder [19]. Unter dem Begriff Process Performance Management System (PPMS) wird ein computergestütztes Werkzeug zur Ausführung der Phasen im PPM verstanden. Ein PPMS unterstützt v. a. die operativen Aufgaben im PPM. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Performance-Indikatoren bereits festgelegt sind.

## 2.2 Besonderheiten der Branche

Zur diskriminierungsfreien Geschäftsabwicklung wurden von der BNetzA einheitliche Geschäftsprozesse zur Kundenbelieferung mit Elektrizität (GPKE) (vgl. [3; 2]) sowie die sog. Geschäftsprozesse Lieferantenwechsel Gas (GeLi Gas) (vgl. [5; 4]) eingeführt. Darin werden u. a. die Prozesse des Lieferantenwechsels, der Netznutzungsabrechnung und der Stammdatenänderung gesetzlich vorgeschrieben sowie Fristen und Nachrichtentypen für die Kommunikation und den Datenaustausch mit den Energieunternehmen festgelegt. Bilaterale Vereinbarungen zwischen Marktpartnern sind nur dann zulässig, wenn sie konform mit den gesetzlichen Vorschriften sind. Eine Überwachung der Prozesse ist daher für eine Berichterstattung gegenüber der BNetzA zwingend notwendig. Bild 1 zeigt den Lieferantenwechselprozess aus Sicht eines Neulieferanten.



**Bild 1:** Lieferantenwechselprozess (Kundengewinn) aus Sicht eines Neulieferanten

Nach Vertragsabschluss wird die Kommunikation mit den Marktpartnern angestoßen: die Anmeldung beim Verteilnetzbetreiber (VNB) und ggf. die Kündigung gegenüber dem Altlieferanten (ALIF). Je nach Rückmeldung (RM) wird der Kunde in Belieferung genommen oder abgelehnt. Entsprechend werden in dem unterstützenden Anwendungssystem (z. B. SAP IS-U) das notwendige Konstrukt aufgebaut oder der Wechselbeleg (WB) beendet.

Eine weitere Rahmenbedingung stellt das EnWG dar. Es regelt in den §§ 6-10 die Entflechtung von vertikal integrierten Energieversorgerunternehmen (EVUs) mit dem Ziel, die Transparenz und die diskriminierungsfreie Ausgestaltung und Abwicklung des Netzbetriebs zu gewährleisten. Vertikal integrierte EVUs nehmen mehrere Funktionen wahr, z. B. die (Netz-) Verteilung und den Vertrieb von Strom (vgl. [7] §3 Abs. 38). Im Zuge der gesetzlichen Anforderung der Entflechtung von EVUs muss nun die Unabhängigkeit der Netzbetreiber von anderen Tätigkeiten der Energieversorgung (z. B. Vertriebsaktivitäten) sowohl rechtlich, operationell, informationell sowie nach Rechnungslegung und interner Buchführung sichergestellt werden (vgl. [7] §6 Abs. 1). Durch Umsetzung des EnWG entstehen in der Energiewirtschaft Wertschöpfungsnetze von rechtlich unabhängigen Unternehmen (vgl. [20]).

### **2.3 Besonderheiten der Rolle**

Unter SSP (auch Shared Service Center oder Shared Service Gesellschaft) werden Unternehmen verstanden, die anderen Unternehmen standardisierte Dienstleistungen anbieten [13], die mittels SLAs definiert werden. Aufgrund des steigenden Angebots konkurrieren SSP insbesondere über den Preis. Die effiziente Leistungserstellung ist deshalb elementare Zielsetzung eines SSP, welche v. a. durch geringe Kosten oder durch hohe Transaktionsvolumina (Skaleneffekte) erreicht werden soll. [13]

SSP in der Energiewirtschaft nehmen zudem eine spezielle Stellung ein, da sie die Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen zur Entflechtung von EVUs ermöglichen. Ehemals vertikal integrierte Energieunternehmen lagern Tätigkeitsbereiche, z. B. die Durchführung des diskriminierungsfreien Lieferantenwechselprozesses, an ein gesellschaftsrechtlich getrenntes Dienstleistungsunternehmen aus und können so die gesetzlichen Vorschriften vollständig erfüllen. Da das EnWG dazu keine konkrete gesellschaftsrechtliche Form vorgibt [18], ist hierbei auch die Übertragung der Tätigkeiten mittels Abspaltung auf eine Schwestergesellschaft oder mittels Ausgliederung auf eine Tochtergesellschaft denkbar [17]. Weitere Vorteile eines Shared Service Provider in der Energiewirtschaft sind erhöhte Kostentransparenz, erhöhte Effizienz sowie erhöhte Marktorientierung, während sich der auftraggebende Bereich auf das Kerngeschäft konzentrieren kann [16].

## **3 Anforderungen an ein PPMS für einen SSP in der Energiewirtschaft**

### **3.1 Aufgaben des PPM**

Eine erste wichtige Anforderung an das PPMS besteht darin, die Aufgaben im Rahmen des PPM zu unterstützen, die im Folgenden erläutert werden (siehe Tabelle 1).

Phase	Teilphase	Aufgabe
Planung	Prozess-Planung	Festlegen von Soll-, Schwellenwerten und Handlungsanweisungen
Kontrolle	Erhebung	Systeminterne Erhebung oder Import der Daten über Schnittstellen
	Messung	Berechnen der Indikatoren mit Hilfe von Algorithmen
	Soll-Ist-Vergleich	Feststellen von Soll-Ist-Abweichungen bzw. Schwellenüberschreitungen
	Aufbereitung	Anzeigen der Indikatoren
Steuerung	Prognose	Zukunftsvorhersage (statistische Prolongation oder Simulation)
	Analyse	Ursachenforschung aufgrund von Soll-Ist-Abweichungen
	Maßnahmen definieren	Vorschlag oder Auswahl möglicher Maßnahmen

**Tabelle 1: Aufgaben des PPMS**

Die erste Phase (Planung) beinhaltet die Prozess-Planung. Aufgaben darin sind sowohl das Festlegen der Prozess-Performance in Form von Sollwerten und von Toleranz-/Schwellenwerten [12]. Ein weiterer Bestandteil dieser Phase ist die Planung operativer Maßnahmen, d.h. das Bestimmen von Handlungsanweisungen für den Fall einer Überschreitung der jeweiligen Schwellenwerte bzw. einer Abweichung vom Sollwert [12]. Die zweite Phase (Kontrolle) besteht zum einen aus der Erhebung der notwendigen Daten für die Berechnung der Istwerte [11] und zum anderen aus der eigentlichen Berechnung (Messung) und der Überwachung der Performance in Form eines Soll-Ist-Vergleichs [19] sowie der Aufbereitung der berechneten Indikatoren in geeigneter Form (Reporting) [6]. Aufgaben der dritten Phase (Steuerung) sind das Prognostizieren zukünftiger Prozess-Performance-Indikatoren sowie die einfache Analyse von Ist- und Sollwerten und deren Abweichungen [11]. Neben diesen Aufgaben ist dieser Phase auch das Ableiten von (Korrektur-)Maßnahmen zur Verbesserung der Prozess-Performance zuzuordnen. Jedoch kann diese Aufgabe nur indirekt durch ein System für das PPM unterstützt werden, z. B. in Form eines Vorschlags oder einer Auswahl an möglichen Maßnahmen, welche im Folgenden umzusetzen sind.

### 3.2 Auswirkungen der Rahmenbedingungen auf das PPMS

Neben der allgemeinen Anforderung (AA), die Aufgaben im Rahmen des PPM zu unterstützen, ergeben sich aufgrund der Rolle sowie Branche, insbesondere aus den GPKE und den GeLi Gas, weitere, speziellere Anforderungen (SA).

So muss das PPMS sicherstellen, dass die dort festgelegten Prozesse (SA1) ausgeführt und die vorgeschriebenen Nachrichtentypen (SA2) verwendet werden, z. B. bei der Definition der multidimensionalen Datenhaltung. Eine weitere Anforderung ergibt sich aus den vorgegebenen Fristen (SA3), deren Einhaltung zu überwachen ist (z. B. durch zeitbezogene Performance-Indikatoren). Auch aus dem Kontext des SPP begründen sich Anforderungen an das PPMS. Zum einen müssen kostenspezifische Kennzahlen (SA4) erhoben werden, um Prozesse hinsichtlich ihres monetär bewertbaren Aufwands beurteilen und steuern zu können.

Des Weiteren muss das System extrem skalierbar (SA5) sein und eine hoch performante Abwicklung (Messung) vieler Geschäftsvorfälle gewährleisten. Ein hohes Transaktionsvolumen ist eine wesentliche Eigenschaft von SSP und kann kurzfristig z. B. durch gezielte Marketingmaßnahmen des Service Integrators oder längerfristig durch Leistungserbringung

an weitere Service Integrator erreicht werden. Zuletzt müssen für ein PPMS eines SSP all diejenigen quantitativen, qualitativen und zeitbezogenen Kennzahlen zur Verfügung gestellt werden, die für den Nachweis der vereinbarten Leistung (SA6) notwendig sind. Das sind insbesondere SLAs, die der SSP mit dem Kunden zur Bewertung der Leistungserbringung eingeht. Durch die SLAs ist der SSP an die Vorgaben des Vertriebsunternehmens gebunden und wird von diesem in der Einhaltung der vereinbarten Vorgaben überwacht und bewertet. Ohne entsprechende Kennzahlen und Serviceindikatoren können die Kundenvorgaben nicht abgedeckt werden.

### 3.3 Zusammenfassung

Aus den Aufgaben und den Rahmenbedingungen werden zunächst noch grobe Anforderungen an das PPMS abgeleitet (siehe Tabelle 2), die im Anwendungsfall zu spezifizieren sind.

Nr.	Anforderung
AA	Unterstützung der Aufgaben im PPM
SA1	Berücksichtigung der Prozessabläufe gemäß GPKE und GeLi Gas
SA2	Berücksichtigung der Nachrichtentypen gemäß GPKE und GeLi Gas
SA3	Berücksichtigung der Fristen in den Prozessen gemäß GPKE und GeLi Gas
SA4	Berücksichtigung von Kosten zur Kontrolle des Aufwands
SA5	Skalierbarkeit des Systems
SA6	Berücksichtigung von SLAs zum Nachweis der vereinbarten Leistung

**Tabelle 2: Anforderungen an das PPMS**

## 4 Verwandte Arbeiten

Neben den klassischen Methoden des Performance Managements wie der Balanced Scorecard gibt es speziell im Themenbereich des PPM eine Reihe von Publikationen auf einem hohen Abstraktionsniveau, die eher allgemeine Handlungsanweisungen vorgeben (vgl. z. B. [1]). Andere beleuchten das Unternehmen umfassend von allen Seiten im Sinne eines gesamtheitlichen Performance Managements, wobei die Kontrolle der Prozessleistung einen Hauptteil der Gesamtbetrachtung ausmacht (vgl. [10]) und v. a. auch finanzielle Indikatoren zur Steuerung des Unternehmens ausgewiesen werden (vgl. [15]). Außerdem fokussieren manche Ansätze in der Literatur weniger die konzeptionelle sondern vielmehr die technische Ebene, d. h. die technische Realisierung und Umsetzung des fachlichen Konzepts mittels moderner Informationstechnologie (vgl. [11]). Ebenfalls veröffentlicht sind (Process) Performance Management-Publikationen in speziellen Themengebieten, wie z. B. in der Personalführung/-management (vgl. [14]), im Marketing (vgl. [8]) oder in bestimmten Wirtschaftssektoren (Industrie, Handel, öffentliche Verwaltung, Gesundheitswesen etc.) (vgl. [9]). Keine Publikation beschäftigt sich jedoch genauer mit dem PPM im Bereich der Energiewirtschaft und konkret für einen SSP. Entsprechend können diese Ansätze den oben aufgestellten Anforderungen nicht genügen, da insbesondere die Auswirkungen der gesetzlichen Vorgaben auf das PPMS von keinem Ansatz berücksichtigt werden.

## 5 PPMS für den Lieferantenwechsel bei ENERGY

### 5.1 Kooperationspartner und Zielsetzung des PPMS

Der Kooperationspartner ist ein SSP, der für einen Energie-Konzern übergreifende Serviceaktivitäten übernimmt. Aus Gründen der Geheimhaltung, auf die der Kooperationspartner besteht, wird für ihn im Folgenden das Pseudonym „ENERGY“ verwendet.

Vor Einführung des PPMS waren standardisierte Berichte aus dem Hauptanwendungssystem wesentliche Grundlage für das Controlling. Als Hauptanwendungssystem zur Abwicklung des Lieferantenwechselprozesses findet die branchenspezifische Softwarelösung SAP for Utilities in der Ausprägung Industry Solution Utilities (SAP IS-U) mit starken individuellen Anpassungen Verwendung. Als Speziallösung für die Versorgungsindustrie und Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgungsunternehmen bietet sie notwendige Grundfunktionalitäten im Bereich der Kundenstammdatenverwaltung, der Abrechnung von Energieleistungen bzw. Netznutzungsentgelten sowie der Abwicklung des Lieferantenwechsels mit Hilfe von Wechselbelegen. Die bestehenden Berichtsfunktionen im SAP IS-U waren für die speziellen Anforderungen des relativ neuen Lieferantenwechselprozesses nicht ausreichend und wiesen aufgrund der immer wieder neu zu startenden Massendatenverarbeitung erhebliche Performance-Schwächen auf. Darüber hinaus bestand die Herausforderung, den Anforderungen (z. B. das Monitoring der SLAs) verschiedener Service Integratoren zu genügen.

### 5.2 Projekt und Umsetzung der Anforderungen an das PPMS

Das Kooperationsprojekt startete im Mai 2008 und wurde im Sommer 2010 beendet. Projektmanager, Programmierer und Experten aus den Fachbereichen arbeiteten in zwei Teilprojekten (TP) zusammen. TP1 nahm die Sichtweise des SSP ein und TP2 die prozessübergreifende Sichtweise zusammen mit dem Service Integrator.

Die Anforderungen an das PPMS (vgl. Abschnitt 3) wurden zum größten Teil umgesetzt, was Tabelle 3 verdeutlicht. Nicht erfüllt werden konnten K4, da personenspezifische Kennzahlen einer Zustimmung des Betriebsrats bedurft hätten, und S5, da kein Data Warehouse implementiert werden konnte. K5, K7, K11, S3 und S4 sind teilweise erfüllt, da z. B. noch nicht alle Nachrichtentypen und Prozesse unterstützt werden.

Phase	Teilphase/AA	SA	Umsetzung	Erfüllungs-grad
Planung	Prozess-Planung		P1: Soll-Werte definieren	erfüllt
			P2: Schwellenwerte definieren	erfüllt
			P3: Handlungsanweisungen festlegen	erfüllt
Kontrolle	Erhebung	SA5	K1: Datenerhebung unterstützen	erfüllt
	Messung	SA5	K2: Performance messen	erfüllt
			K3: prozessorientierte Performance-Indikatoren definieren	erfüllt
			K4: Performance-Indikatoren bzgl. der Mitarbeiterfähigkeit und des Personaleinsatzes definieren	nicht erfüllt
		SA2	K5: GPKE/GeLi Gas: Nachrichtentypen unterscheiden	teilw. erfüllt
		SA3	K6: GPKE/GeLi Gas: Fristen überwachen	erfüllt
		SA4	K7: Kosten überwachen	teilw. erfüllt
		SA6	K8: SLAs überwachen	erfüllt
	Soll-Ist-Vgl.		K9: Soll-Ist-Performance vergleichen	erfüllt
	Aufbereitung	SA5	K10: Indikatoren anzeigen	erfüllt
		SA1	K11: GPKE/GeLi Gas: Prozessabläufe einhalten	teilw. erfüllt
			K12: Indikatoren kontextabhängig visualisieren	erfüllt
			K13: Übersichten (Cockpit) bereitstellen	erfüllt
			K14: Rollenkonzept definieren	erfüllt
Steuerung	Prognose		S1: Prognosen durchführen	erfüllt
	Analyse		S2: Analysen durchführen	erfüllt
			S3: dimensionsbezogen analysieren	teilw. erfüllt
			S4: Abstraktionsniveaus wechseln	teilw. erfüllt
			S5: Adhoc-Abfragen tätigen	nicht erfüllt
	Maßn. def.		S6: Vorschlag oder Auswahl möglicher Maßnahmen	erfüllt

AA = Allgemeine Anforderung

SA= Spezialanforderung

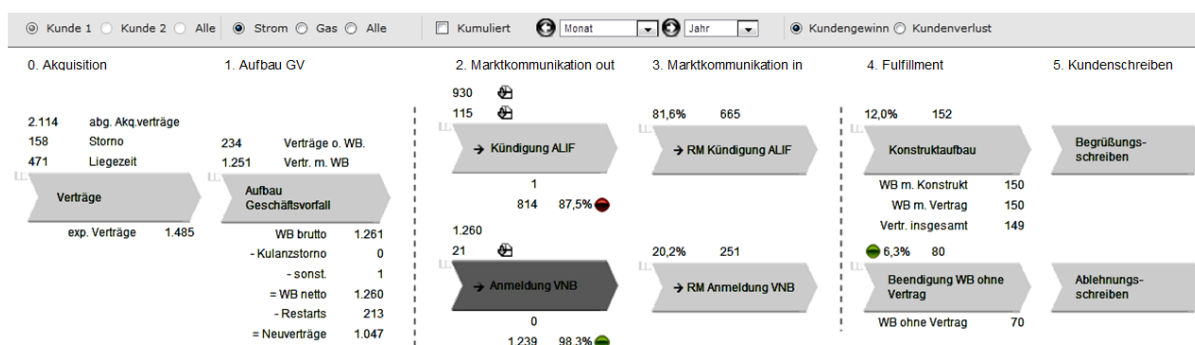
**Tabelle 3: Umsetzung der Anforderungen an das PPMS**

Im Folgenden wird neben K3 und S3 die Umsetzung (K5-K8 und K11) der speziellen Anforderungen an das PPMS aufgezeigt.

**K3: Prozessorientierte Performance-Indikatoren:** Zur umfassenden Bewertung und Kontrolle der Prozess-Performance müssen Indikatoren zur Verfügung gestellt werden, die die Bereiche Quantität (z. B. eingegangene Nachrichten pro Tag), Qualität (z. B. fehlerfreie Nachrichten pro Tag) und Zeit (z. B. durchschnittliche Dauer von der Anfrage bis zur Antwort) abdecken. Wesentlich im Process Performance ist jedoch der Prozessbezug. Aus diesem Grund sind alle Indikatoren auf *den* Prozess auszurichten, d. h. es muss einen zeitlichen Bezugspunkt geben, auf den sich alle Kennzahlen beziehen, um eine sinnvolle Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Ein solcher Bezugspunkt kann z. B. der Beginn des Kundenkontakts, der Beginn des tatsächlichen Vertragsverhältnisses mit dem Neukunden ab der Unterschrift oder der Zeitpunkt der Beauftragung des SSP mit der Durchführung des Lieferantenwechsels für einen Neukunden sein.

Bei ENERGY wurden zwei zeitliche Bezugspunkte ermittelt. Zum einen wird für den Gesamtprozess über die Grenzen des SSP hinaus der Zeitpunkt des tatsächlichen

Vertragsabschlusses mit Unterschrift verwendet. Hingegen für die interne Prozessbearbeitung bei ENERGY wird der Zeitpunkt der ersten Anmeldung der Netznutzung beim Netzbetreiber (siehe in Bild 2: „Anmeldung VNB“) verwendet.



**Bild 2: Prozessorientierte Performance-Indikatoren im Lieferantenwechsel**

Bild 2 (fiktive Werte) zeigt, dass für 2114 abgeschlossene Verträge die geplante Anmeldung beim VNB in denselben Monat fällt. Nach Abzügen, z. B. Stornierungen (158), ist für 1260 Kunden eine Anmeldung beim VNB notwendig, wovon bereits 1239 angemeldet und sogar 220 (150 angenommen und 70 abgelehnt) komplett durchprozessiert sind.

**K5: Indikatoren bezüglich gesetzlich vorgeschriebener Nachrichtentypen:** Das PPMS muss Indikatoren hinsichtlich der in den GPKE und GeLi Gas beschriebenen EDI-Nachrichtentypen zur Verfügung stellen. Dabei werden UTILMD für den Stammdatenaustausch, MSCONS für den Bericht über die Lieferung von Energiemengendaten, REQDOC für die Übermittlung von Dokumentenanforderungen, INVOIC zur Übermittlung von Abrechnungen für Netz- und Energiedienstleistungen, REMADV zur Übermittlung von Zahlungsaavisen, CONTRL als Empfangs- (indirekt) und Syntaxbestätigung sowie APERAK als Bestätigung der Akzeptanz verwendet.

Die Implementierung bei ENERGY berücksichtigt zunächst die Nachrichtentypen UTILMD und CONTRL. Im nächsten Schritt werden APERAK, INVOIC und REMADV und in der letzten Ausbaustufe MSCONS und REQDOC vollständig unterstützt werden.

**K6: Indikatoren bezüglich gesetzlich vorgeschriebener Fristen:** In den GPKE und GeLi Gas sind Bearbeitungsfristen festgelegt, deren Einhaltung über entsprechende Indikatoren überwacht werden muss.

Im vorliegenden Anwendungsfall wurden spezielle Fristenindikatoren festgelegt. So wird z. B. der Empfang von CONTRL-Nachrichten innerhalb von 24 Stunden nach Aussendung von UTILMD-Nachrichten gemessen. Analog zur Überwachung der Fristeneinhaltung seitens des Marktpartners enthält das PPMS Kennzahlen, welche die Einhaltung der eigenen Bearbeitungsfristen überwacht.

**K7: Indikatoren bezüglich der Kosten:** Das PPMS muss Indikatoren beinhalten, mit denen Prozesskosten überwacht werden können. So interessieren besonders die durchschnittlichen Kosten der Kundenakquise pro Vertrag oder die durchschnittlichen Kosten für die Durchführung des Lieferantenwechselprozesses pro Zählpunkt.

Diese Anforderung wurde im fachlichen sowie im technischen Konzept bei ENERGY berücksichtigt. Die systemtechnische Umsetzung ist für die Ausbauphase eingeplant.

**K8: Indikatoren bezüglich einzuhaltender SLAs:** Die mit dem Kunden/Service Integratoren vereinbarten SLAs müssen ebenfalls als Performance-Indikatoren hinterlegt sein. Nur so kann der SSP über die für ihn relevanten Indikatoren zeitnah informiert werden.

Dem Service Integrator wurde im vorliegenden Fall ein zielgerichteter Zugang zum PPMS erteilt, damit er über die vereinbarten SLAs (z. B. Bearbeitungsdauer im Lieferantenwechsel bei positiver Rückmeldung von Netzbetreiber sowie Altlieferant) sowie über die Einhaltung weiterer für ihn bedeutsamer Performance-Indikatoren informiert ist. Dadurch entsteht eine einheitliche Sichtweise auf den Prozess und seiner Performance, die gemeinsam (SSP sowie Service Integrator) kontrolliert und gesteuert (strategisch und operativ) werden können.

**K11: Indikatoren bezüglich gesetzlich vorgeschriebener Prozessabläufe:** Gemäß den GPKE und GeLi Gas sind u. a. folgende Prozesse vorgegeben: Lieferantenwechsel, Lieferende, Lieferbeginn. Diese sind im PPMS vollständig abzubilden und zu überwachen.

Bei ENERGY sind diese drei Prozesse zu einem gemeinsamen Lieferantenwechselprozess mit den Spezialisierungen „Kundengewinn“ und „Kundenverlust“ vereinigt worden und werden wie unterschiedliche Ausprägungen der Dimension „Prozess“ behandelt (siehe S3).

**S3: Dimensionen:** Indikatoren sind immer dimensionsbezogen, d. h. sie können vom Benutzer aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden (vgl. [11]). Gerade der Lieferantenwechselprozess ist für die gezielte Analyse mindestens hinsichtlich folgender Dimensionen datentechnisch aufzubereiten. **(1) Service Integrator:** die verschiedenen Kunden des SSP. **(2) Produkttyp und Tarif:** z. B. Strom oder Gas mit den entsprechenden Tariftypen (normal, CO<sup>2</sup>-neutral usw.) **(3) Marktkommunikationsart:** EDIFACT-Typen, csv, E-Mail, Brief, Telefon usw. **(4) Zeit:** Zeitraum (z. B. Sept. 2011), kumuliert (z. B. Jan. bis Sept. 2011) oder benutzerdefiniert (z. B. 15.08.-15.09.2011). Insbesondere im Gasbereich ist eine benutzerdefinierte Einstellung der Zeit notwendig, da hier der Abrechnungszeitraum nicht mit dem 01.01. eines Jahres übereinstimmen muss.

Darüber hinaus soll noch nach unterschiedlichen Prozessen bzw. Prozessvarianten unterschieden werden: Vertragsmanagement, Kundengewinn (inkl. diverser Spezialisierungen), Kundenverlust (inkl. diverser Spezialisierungen), Stammdatenänderungen, Liefermengenbilanzierung und Rechnungsprüfung.

Das implementierte PPMS unterscheidet zwei Service Integratoren und die Produkttypen Strom und Gas (siehe Bild 2, obere Navigationsleiste). Die differenzierte Betrachtung der Tariftypen sowie der Art der Marktkommunikation wird nur vereinzelt mit speziellen Indikatoren zur Verfügung gestellt. Bezüglich der Zeit-Dimension werden zeitraumbezogene und kumulierte Werte, aber noch keine benutzerdefinierten Einstellungen angeboten. Außerdem werden die Prozesse „Kundengewinn“ und „Kundenverlust“ mit insgesamt sechs Spezialisierungen sowie in Ansätzen die Rechnungsprüfung bedient.

## 6 Erfahrungen aus dem Projekt

Das Projekt bot zahlreiche Herausforderungen, aber auch viele wertvolle Erfahrungen. So zeigte sich in der Teilphase „Messen“ die Auswertung der für den Lieferantenwechsel standardmäßig in SAP angelegten Wechselbelege als sehr aufwendig. Diese können u. U. mehrere Anmeldungen oder Rückmeldungen beinhalten sowie weitere „Schwester“-



Wechselbelege besitzen. Daher folgte der Konzeptions- und Implementierungsphase eine sehr lange Testphase mit intensiver Fehleranalyse und -behebung, wodurch die korrekte Berechnung der Indikatoren bei verschiedensten Wechselbelegkonstellationen gewährleistet wird.

Ebenfalls konnten sehr gute Erfahrungen mit den beiden Bezugspunkten (Datum Vertragsabschluss und Erstanmeldung der Netznutzung) gemacht werden. Eine Zuordnung zum ersten Bezugspunkt ist bei jedem Datensatz möglich, da der Prozess dort beginnt. Sofern der Endkunde noch nicht beim Netzbetreiber angemeldet worden ist, kann dieser (zweite) Bezugspunkt errechnet werden, womit gleichzeitig abgeschätzt wird, zu welchem Zeitpunkt der Datensatz weiter bearbeitet wird. Diese Prognose hat sich als sehr genau und äußerst nützlich für die Bewältigung des zukünftigen Arbeitsaufkommens herausgestellt.

Ein wesentlicher Aspekt ist auch die gemeinsame Datenbasis von Auftraggeber und Auftragnehmer (SSP), die mit dem PPMS aufgebaut wurde. Die Sicherstellung einer eindeutigen Datenbasis ermöglicht, dass Auswertungen der Leistungsindikatoren zu gleichen Ergebnissen führen. Die Kommunikation zwischen Auftragnehmer und -geber kann zielgerichtet und effizient gestaltet und ein Dissens vermieden werden. Auch Anreizsysteme, z. B. in Form von Bonus/Malus-Regelungen, lassen sich entwickeln, mit denen das unternehmerische Risiko des Auftraggebers auf den Auftragnehmer in abgeschwächter Form weitergegeben werden kann. Auf diese Weise wird der Auftragnehmer nicht nur an den Verlusten, z. B. bei einer Strafzahlung aufgrund einer nachweislichen Diskriminierung von Markpartnern, beteiligt. Vielmehr partizipiert er auch an den Gewinnen und kann z. B. Bonuszahlungen erhalten, wenn er die vertraglich vereinbarten Vorgaben übererfüllt und so zu einer höheren Kundenzufriedenheit und einem Reputationsgewinn des Auftraggebers beiträgt. Der SSP hat somit einen wirkungsvollen monetären Anreiz, und beim Auftraggeber fallen geringere Kosten für die Beauftragung an.

Die wichtigsten Benefits des Projekts sind die Sicherstellung der Berichtsfähigkeit gegenüber der BNetzA und den Service Integratoren sowie die Erreichung eines umfassenden Informationsstands zum Status des eigenen Prozesses. Gleichzeitig wurden die Prozesslaufzeiten verkürzt und die Prozessqualität erhöht. Die fortlaufende Beobachtung der Kennzahlen stellt auch künftig eine kurze Reaktionszeit auf Änderungen sicher. Neben der Aktualisierung der Prozessdokumentation wurde v. a. die (Stamm-)Datenqualität signifikant verbessert. Die Definition von Maßnahmen bei Soll-Ist-Abweichung ermöglicht deren Standardisierung.

Seit Sommer 2010 wird das PPMS sukzessive um fehlende Funktionalitäten erweitert und die Analyse- und Prognosemöglichkeiten ausgebaut. Zudem werden weitere aussagekräftige Indikatoren für den bislang noch nicht betrachteten Rechnungsprüfungsprozess und den Kundenverlust im Rahmen des Lieferantenwechsels erhoben.

## 7 Schlussbetrachtung

Die Zielsetzung des vorliegenden Beitrags bestand in der Entwicklung eines PPMS für einen SSP in der Energiewirtschaft. Das PPMS dient in seiner ersten Entwicklungsstufe vor allem dem Zweck, die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben sowie der Einhaltung der vereinbarten SLAs zu überwachen. Dazu wurden die zu unterstützenden Aufgaben im Rahmen des PPM

erfasst, durch branchen- und rollenspezifische Anforderungen spezifiziert und ihre Umsetzung durch das PPMS am Beispiel des Lieferantenwechsels exemplarisch gezeigt.

Wichtige Erkenntnisse aus Sicht der Praxis und der Wissenschaft ergeben sich zunächst aus der Identifizierung der Aufgaben sowie den rollen- und branchenspezifischen Anforderungen, da sie die Grundlage für die Konzeption des PPMS legen. Die Aufgaben und Anforderungen wurden unabhängig vom zugrundeliegenden Fallbeispiel erhoben und sind damit für andere SSP im Lieferantenwechselprozess von Bedeutung. Im Weiteren relevant für die Praxis sind die beispielhaft aufgezeigte Umsetzung der Anforderungen in das PPMS sowie die Erfahrungen aus dem Projekt. Darüber hinaus wurde mit dem Beitrag eine Lücke in der wissenschaftlichen Forschung aufgezeigt. Die Untersuchung verwandter Arbeiten stellte heraus, dass es bislang kein PPM und PPMS für die speziellen Anforderungen des SSP in der Energiewirtschaft gibt. Der vorliegende Ansatz liefert einen ersten Beitrag (Konzeption und Umsetzung eines PPMS), diese Lücke zu schließen.

Die Projektergebnisse werden in weiteren Bereichen eingesetzt. Neben dem konzernweiten Rollout (weitere SSP und regionale Vertriebsgesellschaften) ist auch eine Übertragung in angrenzende Branchen (z. B. Telekommunikation) geplant. Somit besteht weiterer Forschungsbedarf darin, Anforderungen an das PPMS auch für andere Wirtschaftssektoren abzuleiten und umzusetzen.

## 8 Literatur

- [1] Aziza B, Fitts J (2008): Drive Business Performance: Enabling a Culture of Intelligent Execution. John Wiley & Sons, Hoboken.
- [2] BNetzA (2006): Anlage zum Beschluss BK6-06-009 - Darstellung der Geschäftsprozess zur Anbahnung und Abwicklung der Netznutzung bei der Belieferung von Kunden mit Elektrizität.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6/2006/2006\\_001bis100/BK6-06-009/Entscheidung\\_Anlage\\_dazu\\_BK6-06-009.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6/2006/2006_001bis100/BK6-06-009/Entscheidung_Anlage_dazu_BK6-06-009.pdf?__blob=publicationFile).  
Abgerufen am 05.09.2011.
- [3] BNetzA (2006): Beschluss BK6-06-009. [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6/2006/2006\\_001bis100/BK6-06009/Entscheidung%20vom%2011\\_07\\_06.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK6/2006/2006_001bis100/BK6-06009/Entscheidung%20vom%2011_07_06.pdf?__blob=publicationFile). Abgerufen am 05.09.2011.
- [4] BNetzA (2007): Anlage zum Beschluss BK7-06-067 - Geschäftsprozesse Lieferantenwechsel Gas. [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK7-GZ/2006/2006\\_001bis100/BK7-06-067\\_BKV/Anlage\\_zum\\_Beschluss\\_BK\\_7-06-06\\_Id11200pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK7-GZ/2006/2006_001bis100/BK7-06-067_BKV/Anlage_zum_Beschluss_BK_7-06-06_Id11200pdf.pdf?__blob=publicationFile). Abgerufen am 05.09.2011.
- [5] BNetzA (2007): Beschluss BK7-06-067. [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK7-GZ/2006/2006\\_001bis100/BK7-06-067\\_BKV/Beschluss\\_BK7-06-067\\_Id11201pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/DieBundesnetzagentur/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK7-GZ/2006/2006_001bis100/BK7-06-067_BKV/Beschluss_BK7-06-067_Id11201pdf.pdf?__blob=publicationFile). Abgerufen am 05.09.2011.

- [6] Dinter B, Bucher T (2006): Business Performance Management. In: Chamoni P, Gluchowski P (Hrsg.), Analytische Informationssysteme - Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen. Springer, Berlin, 23-50.
- [7] EnWG (2005): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG). [http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/enwg\\_2005/gesamt.pdf](http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/enwg_2005/gesamt.pdf). Abgerufen am 05.09.2011.
- [8] Janz S (2008): Performance Management: Eine empirische Untersuchung der Konzeption, Erfolgsauswirkungen und Determinanten am Beispiel der Marketingkommunikation. Schesslitz, St. Gallen.
- [9] Klingebiel N (2001): Performance Measurement & Balanced Scorecard. Vahlen, München.
- [10] Krause O (2004): Performance Management - Eine Stakeholder-Nutzen-orientierte und Geschäftsprozess-basierte Methode. Technische Universität Berlin, Berlin.
- [11] Küng P, Wettstein T (2003): Ganzheitliches Performance-Measurement mittels Informationstechnologie. Haupt, Bern u.a.
- [12] Kütz M (2009): Kennzahlen in der IT Werkzeuge für Controlling und Management. Dpunkt-Verl., Heidelberg.
- [13] Leist S, Winter R (2000): Finanzdienstleistungen im Informationszeitalter - Vision, Referenzmodell und Transformation. In: Belz C, Bieger T (Hrsg.), Dienstleistungskompetenz und innovative Geschäftsmodelle. Thexis Verlag, St. Gallen, 150-166.
- [14] Luecke RA (2006): Performance management measure and improve the effectiveness of your employees. Harvard Business School Press, Boston.
- [15] Murarotto F (2003): Performancemessung von eUnternehmen. St. Gallen, Bamberg.
- [16] PricewaterhouseCoopers-Aktiengesellschaft - Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Frankfurt Main) (2008): Entflechtung und Regulierung in der deutschen Energiewirtschaft Praxishandbuch zum Energiewirtschaftsgesetz. Haufe Verlag, München.
- [17] Rasbach W (2009): Unbundling-Regulierung in der Energiewirtschaft gemeinschaftsrechtliche Vorgaben und deren Umsetzung in die deutsche Energierechtsordnung. 15 Auflage. Beck, München.
- [18] Rauch K (2011): Selbstregulierung in der Energiewirtschaft dargestellt an § 8 Abs. 5 EnWG und seinen arbeitsrechtlichen Bezügen. 3 Auflage. Kovac, Hamburg.
- [19] Schmelzer HJ, Sesselmann W (2008): Geschäftsprozessmanagement in der Praxis Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen. Hanser, München.
- [20] Westermann D (2007): Unbundling-konforme Prozesse bei Ablese- und Abrechnungsdienstleistungen - Neue Herausforderungen für die Auslagerung von Geschäftsprozessen. In: Köhler-Schute C (Hrsg.), Liberalisierung in der Energiewirtschaft - Software und IT-Beratung für die Energiewirtschaft, 4. Auflage Aufl. KS-Energy-Verlag, Berlin, 67-74.
- [21] Zajicek M (2007): Perspektiven und Handlungsoptionen für EVU zwischen Regierung und Wettbewerb. In: Köhler-Schute C (Hrsg), Wettbewerbsorientierter Vertrieb in der Energiewirtschaft - Kalkulation, Controlling, Beschaffung. KS-Energy, Berlin, 13-17.



# Anforderungen an eine Software für den Betrieb von Ladeinfrastruktur aus Sicht eines Stadtwerkes

**Maik Günther**

SWM Versorgungs GmbH, 80287 München, E-Mail: [lguenther.maik@swm.de](mailto:lguenther.maik@swm.de)

**Andreas Pfeiffer**

smartlab Innovationsgesellschaft mbH, 52070 Aachen, E-Mail: [pfeiffer@smartlab-gmbh.de](mailto:pfeiffer@smartlab-gmbh.de)

## Abstract

Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge stellen eine wesentliche Grundlage für Elektromobilität dar. Aktuell gibt es jedoch kaum Softwarelösungen am Markt, die die notwendigen Anforderungen für den Betrieb der Ladeinfrastruktur abdecken. Diese Arbeit liefert für Entwickler aus den Bereichen der Mobilitäts-, Fahrzeug- und Infrastrukturkonzeption den erforderlichen Funktionsumfang. Hierbei wird die Perspektive von Stadtwerken als lokale Infrastruktur- und Versorgungsdienstleister gewählt.

## 1 Einleitung

Eine zunehmende Ressourcenverknappung fossiler Energieträger sowie Umweltbelastungen, die aus ihrer Förderung, Verarbeitung und Verbrennung resultieren, machen beim motorisierten Individualverkehr ein Umdenken nötig. Der Elektromobilität kommt hierbei eine große Bedeutung zu [10], wenn sich der heutige Strommix stärker in Richtung Erneuerbare Energien entwickelt. Aktuell existiert jedoch noch eine Unsicherheit bei der Abschätzung des zukünftigen Anteils von Elektrofahrzeugen am Gesamtfahrzeugbestand [5], [8].

Trotz dieser Unsicherheit sind kommunale Elektrizitätsversorgungsunternehmen bereits heute aktiv mit der Erforschung, Entwicklung und Erprobung von bedarfsgerechter und zukunftsfähiger Ladeinfrastruktur befasst. Damit stellen sie eine wichtige Grundlage für die Marktentwicklung der Elektromobilität bereit und schaffen ein auch im Sinne der Daseinsvorsorge nachhaltiges Geschäftsfeld. Für einen sachgerechten und wirtschaftlichen Betrieb von Ladeinfrastruktur sind onlinefähige Ladesäulen erforderlich, die an ein zentrales Informationssystem angebunden sind. Dieses Informationssystem wird nachfolgend als Service Center bezeichnet. Analysiert man die aktuell am Markt angebotenen Service Center, so sind kaum Lösungen zu finden, die alle Anforderungen eines Stadtwerkes abdecken. Und dies, obwohl die Anforderungen zum jetzigen Zeitpunkt – in einer Phase, in der Elektromobilität noch in den Kinderschuhen steckt – überschaubar sind. Meist haben

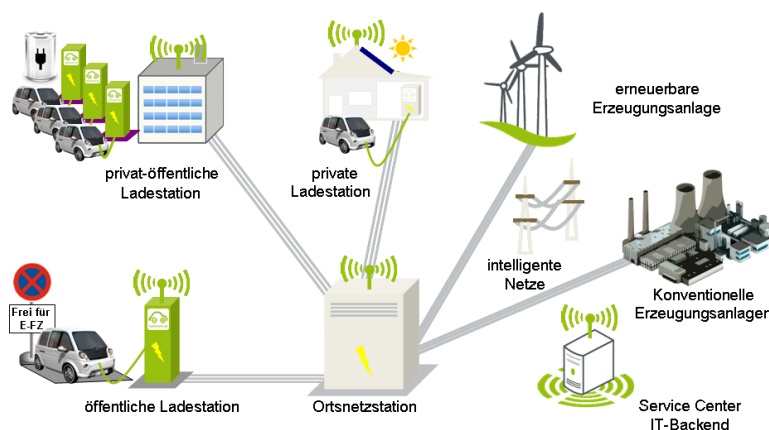
Anbieter ihre Lösungen aus bestehenden Applikationen heraus entwickelt. Die Basis ist z. B. ein CRM-Tool, ein Tool zum Geschäftsprozessmanagement oder eine Abrechnungslösung für Energieversorgungsunternehmen. Zum Teil werden auch Lösungen aus dem Mobilfunkbereich modifiziert.

Die Herleitung der Zielsetzung dieser Arbeit orientiert sich an den vier Stufen Theorie, Forschungsmethode, -gegenstand und -ziel. Mit Hilfe der Systemtheorie wird ein formales System beschrieben. Der Großteil der dargestellten Konzepte und Funktionen wurde anhand von Prototypen getestet und mit Usecase- sowie Sequenzdiagrammen beschrieben. Soweit möglich, wurden auf Basis dieser Experimente induktive Schlüsse gezogen. Im Rahmen von Wettbewerbsanalysen und Expertenbefragungen kamen deduktive Analysen zum Einsatz. Eine Literaturrecherche war wenig zielführend, da es wegen der Neuartigkeit des Themas kaum relevanten Arbeiten gibt. Der Forschungsgegenstand ist das Service Center. Das Forschungsziel ist die Darstellung der Anforderungen an das Service Center aus Sicht eines Stadtwerkes, um Entwicklern aus den interdisziplinären Bereichen die Domäne näher zu bringen. Selbstverständlich sind die Anforderungen nicht nur auf Stadtwerke begrenzt. Sie können zumeist auf jeden Betreiber von Ladeinfrastruktur übertragen werden.

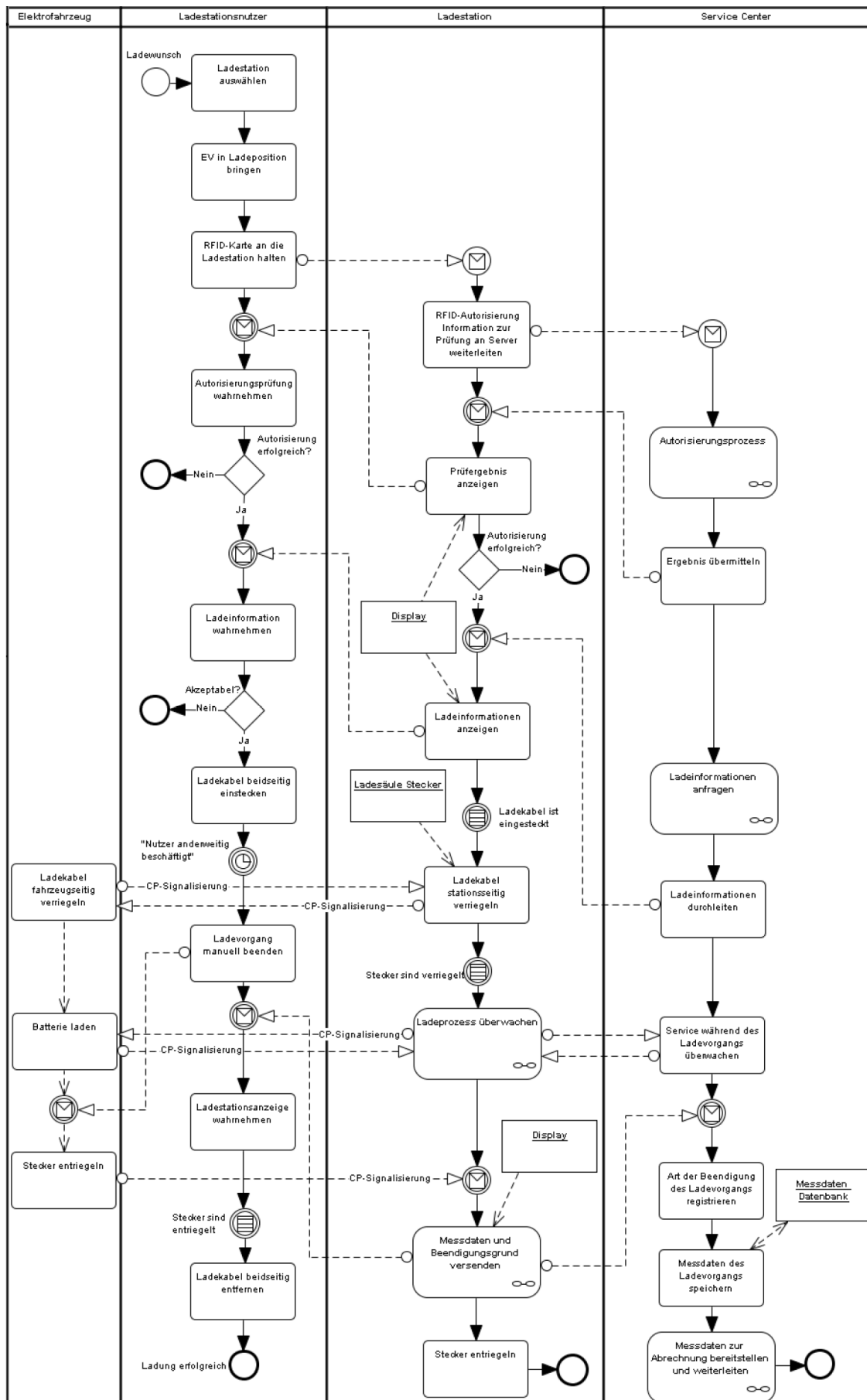
Im folgenden Kapitel wird zunächst auf die grundlegenden Eigenschaften von Ladeinfrastrukturen eingegangen, woraufhin in Kapitel 3 das Rollenkonzept des Service Centers erläutert wird. Je nach Sicht auf das System unterscheiden sich die erforderlichen Funktionen erheblich. Die Funktionen der drei wichtigsten Rollen werden in den Kapiteln 4 bis 6 beleuchtet. Anschließend werden in Kapitel 7 die Anforderungen und Rahmenbedingungen für Roaming und Clearing erörtert. Diese Arbeit endet mit einer kurzen Zusammenfassung.

## 2 Ladestationen als Teil der Verkehrs- und Energieinfrastruktur

Ladestationen für Elektrofahrzeuge stellen den Schnittpunkt zwischen Fahrzeugen und Energienetzen dar. Sie sind im ruhenden Verkehr installiert und werden nach drei Kategorien unterschieden. Im öffentlichen Raum sind Ladestationen beispielsweise in Parkbuchten, im privat-öffentlichen Raum z. B. beim Arbeitgeber und im privaten Raum in der Garage oder an privaten Stellplätzen installiert. Über die Stromverteilnetze sind sie mit den lokalen Ortsnetzen verbunden, die die Übergabepunkte zu den Stromerzeugungsanlagen darstellen [6]. In Bild 1 sind die zuvor genannten Zusammenhänge dargestellt.



**Bild 1:** Ladestationen als Teil der Verkehrs- und Energieinfrastruktur



**Bild 2: Sequenzdiagramm zur Autorisierung eines Ladevorgangs**

Derzeit sind bei Ladeinfrastrukturen im öffentlichen und privat-öffentlichen Raum Lösungen mit und ohne Autorisierung im Einsatz. Mit einer Nutzerautorisierung wird eine abwicklungsseitig kostspielige Barzahlung und/oder Zahlung per Kreditkarte vermieden. Die Kosten können im Nachgang gebündelt beim Nutzer abgerechnet werden. Beispielhaft zeigt Bild 2 die Prozess- und Kommunikationswege zur Autorisierung eines Ladevorgangs. Aufgrund von Sicherheitsbestimmungen ist eine Autorisierung des Kunden vor dem Ladevorgang notwendig. Dies kann mittels RFID-Karte an der Ladestation erfolgen. Auch bei alternativen Verfahren per Mobiltelefon oder Smartphone erfolgt die Freigabe in ähnlicher Weise. So müssen die Daten im Service Center auf Gültigkeit geprüft werden. War die Authentisierung erfolgreich, wird die Ladesäule freigegeben. Bei Beendigung des Ladevorgangs werden alle relevanten Informationen an das Service Center übermittelt und dem Nutzer angezeigt.

Grundsätzlich können Ladepunkte unterschieden werden, die online oder offline arbeiten. Ein onlinefähiger Ladepunkt ist z. B. über ein GSM-Modul an das Service Center angebunden, welches u. a. die Authentifikation übernimmt. Im Gegensatz dazu enthält ein offlinefähiger Ladepunkt nur eine interne Whitelist für die Authentifikation. Änderungen der Whitelist, die zukünftig täglich nötig sein können, müssen immer am Ladepunkt vorgenommen werden, was äußerst aufwändig ist. Zudem ist die Whitelist bei einigen Ladesäulenherstellern auf wenige hundert Authentifikationsmerkmale begrenzt. Und auch die Nutzungsdaten, der Systemzustand des Ladepunktes sowie Fehlermeldungen können immer nur vor Ort ausgelesen werden. Einige Ladesäulen übertragen Informationen per SMS und können auch per SMS Befehle erhalten, was jedoch aus wirtschaftlichen, wie technischen Gründen nicht praktikabel ist. Der sinnvolle Betrieb einer Ladeinfrastruktur – womöglich mit Demand Side Management (DSM) und Roaming – ist daher nur mit einer onlinefähigen Ladeinfrastruktur möglich.

Nachfolgend wird das Rollenkonzept vorgestellt, auf dessen Basis die erforderlichen Funktionen des Service Centers erläutert werden.

### 3 Rollenkonzept

In Service Centern sind diverse Rollen erforderlich, um Geschäftsmodelle abzubilden und dem Datenschutz gerecht zu werden. Diese Rollen werden nachfolgend erörtert. Im Sinne der Vereinfachung und der Übertragbarkeit der Darstellung werden die Rollen des Messstellenbetreibers und Messdienstleisters unter dem Ladestationsbetreiber subsumiert.

- Administrator: Person oder Personengruppe mit uneingeschränkten Rechten. Diese Gruppe vergibt die Rechte für alle anderen Rollen und kreiert bei Bedarf neue Rollen.
- Wartungssicht: Der Nutzer der Wartungssicht ist eine Serviceeinheit, die den Fokus auf den Betrieb, die Wartung und die Entstörung der Ladepunkte hat. Er ist z. B. ein Stadtwerk mit eigenen Ladepunkten und/oder mit fremden Ladepunkten, für die das Stadtwerk den Betrieb übernimmt. Er kann ebenfalls ein Unternehmen mit eigenen Ladepunkten sein, die dieses Unternehmen selbst betreibt.
- Vertriebssicht: Im Gegensatz zur Wartungssicht steht der Kunde im Fokus. Hier wird die Tarifierung vorgenommen. Diverse Untergruppen können gebildet werden, so dass die Vertriebseinheit eines Stadtwerkes Zugriff auf seine Kunden hat. Zusätzlich kann ein Unternehmen im Rahmen des Flottenmanagements Zugriff auf seine Mitarbeiter haben,

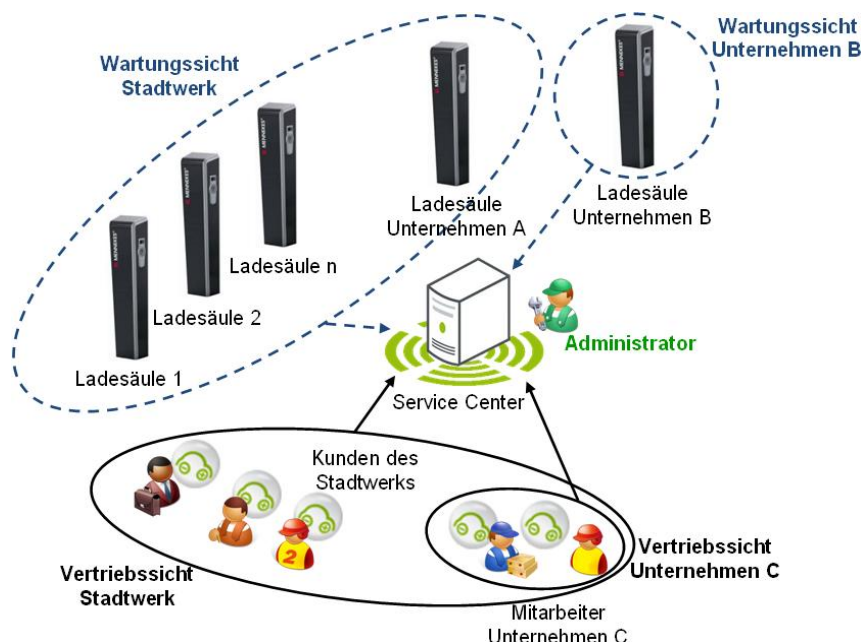


die die Ladekarte des Stadtwerkes nutzen (nur bei Nutzung der Ladekarte für betriebliche Zwecke; bei privater Nutzung hat das Unternehmen keinen Zugriff). Die Zugriffsrechte können je nach Anforderung eingeschränkt sein und sich z. B. nur auf Statistiken beziehen, ohne Änderungen bei der Tarifierung zu ermöglichen. Im Rahmen eines Roamingverbundes besteht kein Zugriff auf Kunden fremder Vertriebsorganisationen.

- Kunde: Nutzer eines Elektrofahrzeugs, der die Ladeinfrastruktur verwendet und auf das Service Center zugreift, um seine Abrechnungen und diverse Statistiken einzusehen.

Um Geschäftsmodelle möglichst ohne Einschränkungen umsetzen zu können, ist eine individuelle Parametrierung der Rollen mit Lese- und Schreibrechten bis auf Feldebene hilfreich. Somit können leicht Mischformen der dargestellten Rollen gebildet werden.

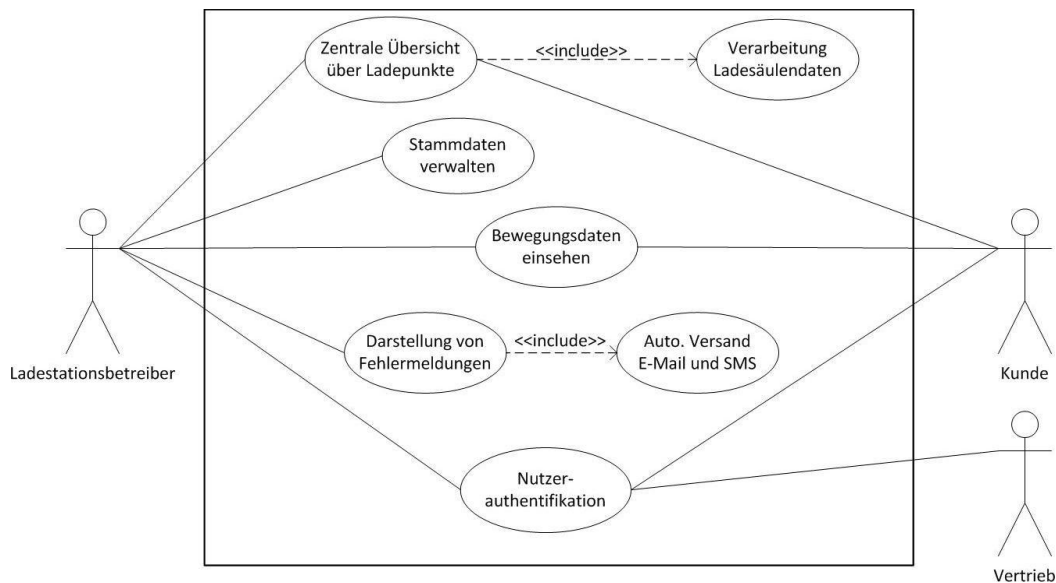
In Bild 3 ist das Rollenkonzept anhand eines einfachen Beispiels dargestellt. In der Mitte befinden sich das Service Center mit dem Administrator. Man erkennt zahlreiche Ladesäulen, die z. T. dem Stadtwerk gehören. Einige Ladesäulen sind jedoch in Besitz anderer Marktteilnehmer. In der Wartungssicht des Stadtwerks ist die Ladesäule des Unternehmens A integriert. Das Stadtwerk übernimmt den Betrieb dieser Ladesäule. Im Gegensatz dazu betreibt Unternehmen B seine Ladesäule selbst. Beide Wartungssichten sind voneinander getrennt. In der Wartungssicht des Unternehmens B sind daher keine anderen Ladesäulen zu sehen. Zu den abgebildeten Nutzern gehört in diesem Beispiel auch eine Untergruppe. Dies sind Mitarbeiter des Unternehmens C, welches seinen Mitarbeitern Ladekarten des Stadtwerks für betriebliche Zwecke ausgehändigt hat und über eine eigene Vertriebs-sicht verfügt. Auch das Stadtwerk verfügt über eine Vertriebs-sicht, in der alle Kunden enthalten sind. Je nach vertraglicher Vereinbarung mit Unternehmen C hat das Stadtwerk Zugriff auf die Daten der Mitarbeiter von Unternehmen C. Unternehmen C hat jedoch ausschließlich Zugriff auf die Daten seiner Mitarbeiter.



**Bild 3: Beispielhafte Darstellung des Rollenkonzeptes**

Nachfolgend werden die Funktionen der Rollen Wartungs-, Vertriebs- und Kundensicht in den Kapiteln 4 bis 6 erörtert. Auf die Rolle des Administrators wird nicht weiter eingegangen.

## 4 Funktionen für die Wartungssicht



**Bild 4:** Usecase – Funktionen für die Wartungssicht

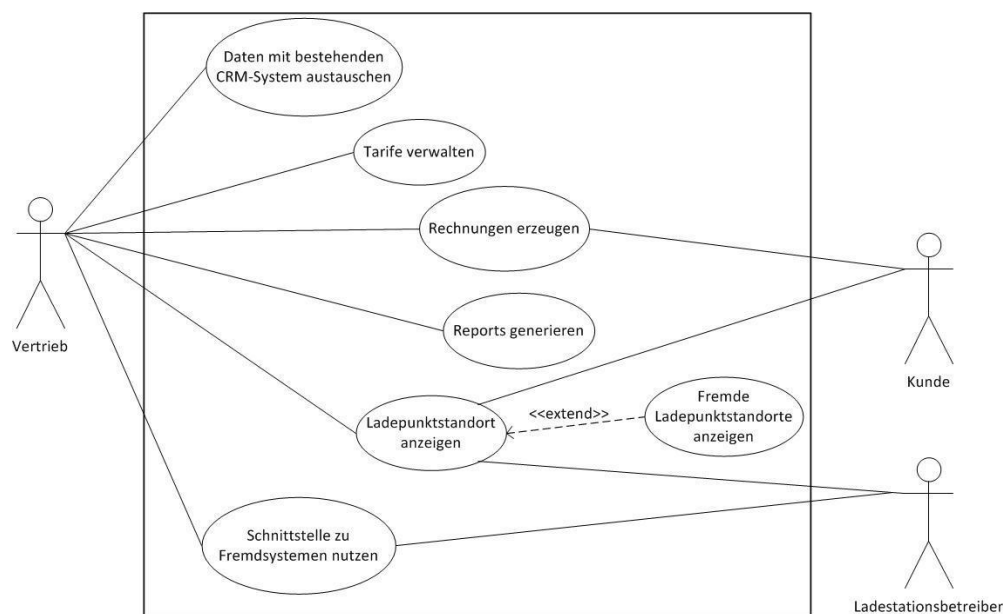
In der Wartungssicht ist es erforderlich, einen zentralen Überblick über alle Ladepunkte zu haben, für die eine Berechtigung besteht. Hierzu gehören Stammdaten wie Ladesäulentyp, Name, Kurzname, Infotext (Anfahrtsbeschreibung, Öffnungszeiten), Foto der Ladesäule, Firmwareversion, Adresse, GPS-Koordinaten, etc. Neben diesen Stammdaten müssen auch Bewegungsdaten ersichtlich sein, die je nach Ladesäulentyp sehr unterschiedlich sein können. So unterscheiden sich Ladesäulen in der Granularität ihrer Fehlermeldungen und verfügen z. T. über sehr innovative und ausgefallene Zusatzfunktionen. Grundsätzlich gilt, dass das Service Center prinzipiell in der Lage sein muss, die von der jeweiligen Ladesäule kommenden Daten ohne Informationsverlust zu verarbeiten und darzustellen. Diese Forderung stellt die Entwickler eines Service Centers vor die Herausforderung, geeignete Schnittstellen zu der Vielzahl an Ladesäulentypen unterschiedlichster Hersteller zu implementieren. Eine Lösung hierfür kann eine Schnittstelle mit drei Layern sein, die nachfolgend erläutert werden:

- **Layer 1 (Standardisierte Grundfunktionen):** Auf der standardisierten untersten Ebene sind Grundfunktionen vereint. Hierzu gehören u. a. das Booten der Ladesäule, die Authentifikation sowie das Freischalten und Beenden eines Ladevorgangs. Als Basis für diese Ebene können Teile des OCPP (Open Charge Point Protocol) genutzt werden, welches bereits recht verbreitet ist und zunehmend von Ladesäulenherstellern unterstützt wird [2].
- **Layer 2 (Individuelle Zusatzfunktionen):** Die Funktionen von Ladesäulen sind sehr facettenreich, sodass es fast unmöglich ist, ein Standard-Protokoll bereit zu stellen. Die zweite Ebene ist daher nicht standardisiert. Bei einer starken Verbreitung einzelner Funktionen ist aber die Übernahme in Layer eins denkbar. Das Service Center kann also über den ersten Layer alle Ladesäulen anbinden und Zusatzfunktionen des zweiten Layers, die für den Betrieb nicht zwingend erforderlich sind, bei Bedarf implementieren. Zu diesen Zusatzfunktionen gehören beispielsweise Diagnose- und Steuerungsfunktionen.

- Layer 3 (Leitstellenkopplung): Diese Ebene ist ebenfalls standardisiert. Über sie nimmt der Netzbetreiber bei Bedarf eine Steuerung von Ladevorgängen vor. Eine Rückspeisung in das Netz ist zeitnah nicht zu erwarten, bei einer größeren Anzahl an Elektrofahrzeugen aber eine Unterbrechung von Ladevorgängen im Zuge von Demand Response.

In der Wartungssicht müssen auch die Voraussetzungen für die Nutzerauthentifikation geschaffen werden. Dabei können die unterschiedlichsten Varianten auftreten [3]. Gerade bei der Authentifikation mit Hilfe der Transponder-UIDs (Seriennummer des RFID-Transponders) stellen unterschiedliche Lesegeräte eine Herausforderung dar, da die Art, die UID auszulesen, je nach Lesegerät verschieden sein kann. Daher müssen die Authentifikationsmerkmale bereits korrekt codiert je Ladesäulentyp hinterlegt werden. Zusätzlich muss das Service Center Fehlermeldungen von Ladesäulen automatisch per E-Mail und SMS versenden können.

## 5 Funktionen für die Vertriebsicht



**Bild 5:** Usecase – Funktionen für die Vertriebsicht

Die erforderliche Funktionalität für die Vertriebsicht kann beliebig komplex sein, je nachdem, welche weiteren Systeme angebunden werden müssen. Häufig sind bei Stadtwerken bereits SAP oder Schleupen für die energiewirtschaftlichen Abrechnungsprozesse im Einsatz. Zudem werden Schnittstellen zu Internetportalen und zu Herstellern von Navigationsgeräten benötigt, in denen eigene oder zusätzlich auch fremde Ladepunktstandorte dargestellt werden (frei, in Benutzung, defekt) [7], [12]. Aufgrund der geringen Nutzerzahl der Ladeinfrastruktur sind Investitionen in Schnittstellen heute meist betriebswirtschaftlich nicht darstellbar. Daher nutzt man aktuell Service Center, die über einen Reportgenerator und über integrierte CRM-Funktionalitäten verfügen. Bei einem Markthochlauf sind derartige Ansätze wegen der nicht mehr beherrschbaren Komplexitäten und wegen des Anpassungsbedarfs jedoch wenig praktikabel. Daher sind Lösungen zu bevorzugen, die schon in der frühen Phase eine Integration in die etablierten Prozesse und (Daten-)Strukturen ermöglichen.

In der Vertriebssicht ist besonders die Tarifierung von Interesse, die vor allem durch die Abrechnungsvarianten geprägt ist. Grundsätzlich sind folgende Varianten denkbar [4], [9]:

- **Flatrate:** Dies ist die einfachste Form der Abrechnung. Eine Flatrate unterstützt die häufige Nutzung der Ladesäulen, was in der Anfangsphase der Elektromobilität, wo es wenige Elektrofahrzeuge gibt, durchaus gewünscht ist. Bei einer höheren Anzahl an Elektrofahrzeugen ist die Flatrate jedoch denkbar ungeeignet.
- **Pauschale je Nutzung:** Der Nutzer zahlt einen festen Betrag für jeden Ladevorgang im Sinne einer Servicegebühr, unabhängig von der Energiemenge und der Ladedauer. Einmal bezahlt, kann man theoretisch unbegrenzt lange laden. Diese Abrechnungsvariante führt zu einer geringeren Blockierung der Ladepunkte als die Flatrate. Denn bei einem noch fast vollen Akku wird man keinen neuen Ladevorgang beginnen. Bei dieser Variante wird nur die Anzahl der Nutzungen gezählt. Nutzungen mit einer sehr geringen Dauer sind nicht zu berücksichtigen, da es sich hierbei wahrscheinlich um Bedienungsfehler handelt.
- **Abrechnung von kWh:** Die exakte Abrechnung der geladenen Energiemenge ist besonders aufwändig. Die Schwierigkeiten ergeben sich u. a. aus den Anforderungen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), aus dem Aufwand für die Anbindung an IT-Systeme sowie aus den Vorgaben des Eichrechts und des Datenschutzes. Die Nutzungshäufigkeit der Ladepunkte ist im Vergleich zu den beiden zuvor genannten Varianten geringer.
- **Abrechnung von Zeit:** Bei einem um einen Ladepunkt aufgewerteten Parkplatz sind höhere Parkgebühren recht gut zu vertreten. Die Abrechnung von Parkzeit kann je nach Höhe der Parkgebühren die geringste Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer der Ladepunkte aller Abrechnungsvarianten aufweisen. Besonders für Anbieter, die keine Energieversorger sind und dies auch nicht sein wollen, ist die Abrechnung von Zeit attraktiv.

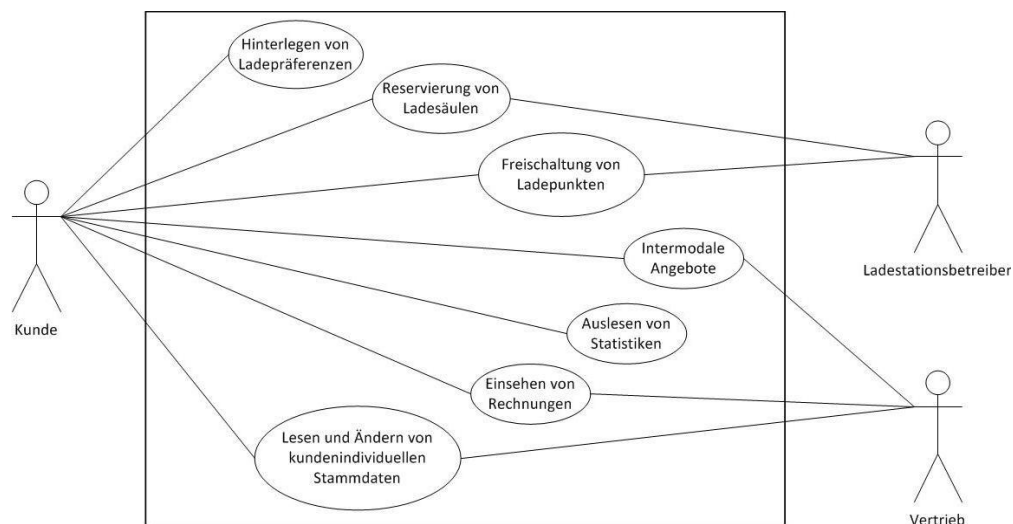
Es ist erkennbar, dass die Vertriebssicht hinsichtlich der Tarifierung sehr viele Anforderungen hat. Dies wird besonders dadurch gefördert, dass es u. U. verschiedene Kundengruppen (z.B. Standardkunde, Premiumkunde, Mitarbeiter eines bestimmten Unternehmens) zeitgleich mit unterschiedlichen Abrechnungsvarianten und unterschiedlichen Preisen geben kann. Denkbar sind auch gestaffelte Preise und Rabatte. Darüber hinaus ist es möglich, dass die Preisgestaltung an unterschiedlichen Ladepunkten verschieden sein kann, und dies auch abhängig von der Uhrzeit.

## 6 Funktionen für den Kunden

Der Endkunde muss über den PC, über sein Smartphone und zukünftig über ein geeignetes Endgerät in seinem Auto auf relevante Informationen und Funktionen zugreifen können. Hierzu können je nach vorgesehenen Geschäftsmodellen folgende Dinge gehören:

- Lesen und Ändern von kundenindividuellen Stammdaten; u. a. auch des gebuchten Paketes (Premium- oder Standardkunde, Flatrate oder Abrechnung von Ladevorgängen, etc.).

- Zugriff auf Statistiken mit verschiedenen Darstellungen und Zeiträumen Ladehäufigkeiten, Lademengen, Ladeorte, Vergleiche mit Durchschnittskunden, eingesparte Menge an CO<sub>2</sub> (Ökostrom vorausgesetzt), ggf. Bonuspunktekonto, etc.).
- Zugriff auf Rechnungen, wenn nicht die gewöhnliche Stromrechnung verwendet wird. Zumindest sollten die Kosten transparent dargestellt werden.
- Überblick über verfügbare Ladesäulen mit der Anzeige von nicht genutzten Ladesäulen (soweit technisch möglich, eine Anzeige, dass auch der Parkplatz vor der Säule nicht belegt ist).
- Reservierung einer Ladesäule – ggf. gegen eine Gebühr.
- Angebote aus dem Bereich der Intermodalität; z. B. Routenplanung mit automatischer Reservierung eines Ladepunktes und Buchung eines ÖPNV-Tickets.
- Freischaltung eines Ladepunktes mit dem Handy oder dem Smartphone.
- Hinterlegen von Ladepräferenzen, die ein gesteuertes Laden und eine besondere Tarifierung unterstützen; z. B. geplante Parkdauer, gewünschte Lademenge, etc.



**Bild 6:** Usecase – Funktionen für den Kunden

## 7 Roaming und Clearing

In Deutschland ist die dezentrale Energieverteilung historisch bedingt von einer heterogenen und zersplitterten Landschaft von lokalen Versorgungs- und Infrastrukturdienstleistern geprägt. Diese engagieren sich im Thema Elektromobilität, so dass Elektromobilisten in einigen Städten schon heute auf eine bedarfsgerecht ausgebaute Ladeinfrastruktur zugreifen können [13]. Um das Vertrauen der Kunden in das Thema Elektromobilität zu stärken, wird ein diskriminierungsfreier Zugang zu Ladeinfrastruktur als zwingend erforderlich angesehen [10]. Verschiedene Verfahren können zur Realisierung dieser Bestrebung eingesetzt werden. Neben der Erprobung von Verfahren zur Direktbezahlung (Bargeld, Kreditkarte, SMS oder Handyrechnung) werden Systeme zur Unterstützung von ganzheitlichen Geschäftsmodellen auf Basis von Roaming-Prozessen entwickelt und erprobt. Auf der Grundlage von sogenannten E-Roaming-Abkommen werden bereits heute Authentifizierungs-, Autorisierungs- und Abrechnungsdaten – sogenannte Triple-A-Daten – ausgetauscht.

Hohe Abwicklungskosten, aufwändige Verfahren zur Annahme der Nutzungsbedingungen und eine fehlende Kundenbindung sprechen gegen Direktzahlungsverfahren. Wesentlich ist aber, dass solche Systeme kaum Möglichkeiten für eine mit Anreizsystemen versehene Einführung von Mehrwertdiensten wie dem DSM bieten. So kann die zu erwartende positive Wirkung der Elektromobilität auf die Integration erneuerbarer Energien nicht gehoben werden.

Gerade hier entfaltet das holistisch angelegte Roaming-Verfahren seine Wirkung. Es bietet mit Hilfe eines Authentifikationsmediums (z. B. einer Ladekarte) Zugang zu den Ladepunkten verschiedener Ladeinfrastrukturbetreiber (Roamingpartner) und durch Nutzung von offenen Service-Diensten die Integration der Elektromobilität in Verkehrs- und Energieinfrastrukturen. Ähnlich dem Netz der Geldautomaten oder im Mobilfunk unterzeichnen die Roamingpartner einen Vertrag, in dem der Roamingfall geregelt ist. Hierzu gehören u. a. Regelungen zu Geld- und Datenströmen, zu technischen Anforderungen sowie zum Datenschutz.

Neben den vertraglichen Voraussetzungen muss auch die lokale IT des Roamingpartners das Roaming systemisch unterstützen. Bei einem internen Roaming nutzen Roamingpartner eine gemeinsame Datenbank, die die Authentifikationsmerkmale aller Kunden enthält. Über Benutzerrechte wird der Datenschutz gewährleistet, sodass jeder Roamingpartner nur Lese- und Schreibrechte bei seinen eigenen Kunden hat. Jegliche Änderung hinsichtlich der Kunden wird zentral in der Datenbank verwaltet.

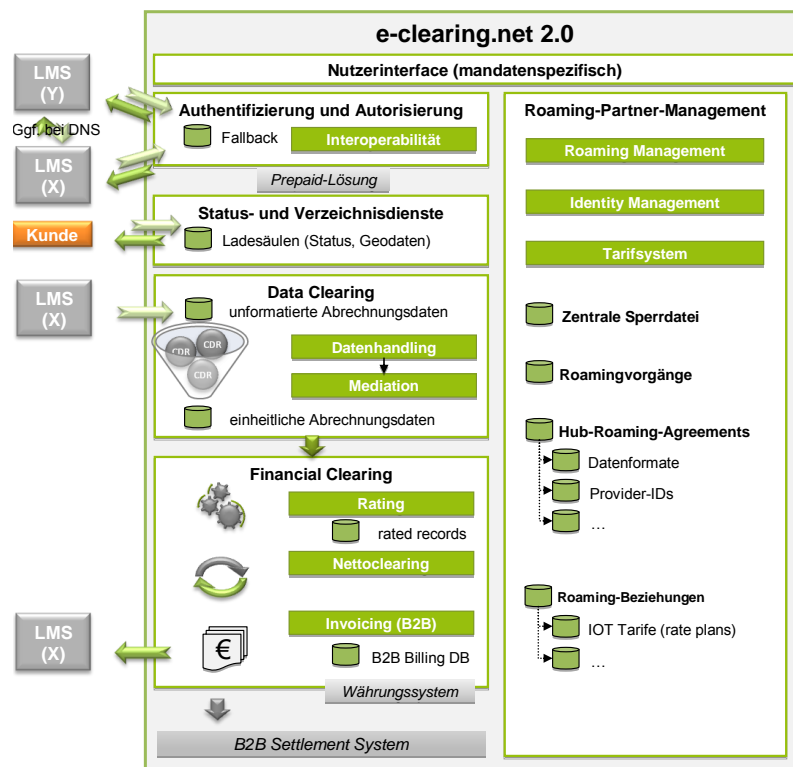
Bei einem externen Roaming hat der externe Roamingpartner (ein einzelner Ladeinfrastrukturbetreiber oder ein anderer Roamingverbund) eine eigene Datenbank und ein eigenes Service-Center für den Betrieb der Ladeinfrastruktur, für die Tarifierung, etc. Es existieren also zwei Datenbanken und zwei Softwarelösungen parallel. Um nun ein Roaming zu ermöglichen, sitzt über den beiden Lösungen ein Clearing-Haus. Dieses Clearing-Haus hat Vertragsbeziehungen zu beiden Roamingpartnern. Es regelt u. a. die Authentifikation an den Ladepunkten sowie Finanz- und Datenströme. Gerade im Hinblick auf datenschutzrechtliche Fragestellungen bei der Verarbeitung von Roaming-Vorgängen kann auf die Erfahrungen aus dem Mobilfunk aufgesetzt werden. Forschungsprojekte wie SecMobil im Rahmen des IKTII-Forschungsprogramms des Bundeswirtschaftsministeriums untersuchen eben diese Fragestellungen. Im Zuge der Etablierung von Mehrwertdiensten und Geschäftsmodellen, bei denen der Elektromobilist zum Prosumer wird, also Verbraucher und Anbieter von Energie, werden die Nutzungs- und Nutzerdaten von hoher Bedeutung sein. Analoge Diskussionen lassen sich im Umfeld der laufenden Smart Metering-Diskussion verfolgen [1].

Interessant ist im Kontext von Roaming und Clearing auch die Variante, dass sich der Nutzer telefonisch, per SMS oder mittels einer App beim Roaming- oder Clearinganbieter meldet und dieser den Ladevorgang freischaltet. Im Gegensatz zur Authentifikation per RFID-Karte wird hier die Freischaltung der Säule durch eine zentrale Stelle angestoßen. Diese Variante ist besonders dann interessant, wenn technische Hürden die Erkennung von Authentifikationsmedien unmöglich machen (Lesegerät unterstützt z. B. nur den Legic-Standard) oder der Nutzer seine Ladekarte vergessen hat.

Bild 7 zeigt eine potentielle Systemarchitektur einer Clearinglösung bestehend aus folgenden fünf Modulen: Nutzerinterface, Roaming-Partner-Managementsystem, Authentifizierungs- und Autorisierungsmodul, Data-Clearing-Haus für abrechnungsrelevante Daten sowie Financial-Clearing-Haus.

Neben dem Roaming-Partner-Management, welches die Gruppierung von Ladestationsbetreibern zu Roaming-Verbünden und deren individuellen Roaming-Tarife verwaltet, ermöglicht das Authentifizierungs- und Autorisierungsmodul Roaming über eine zentrale Schnittstelle. Dieses Modul erhält Roaming-Authentifizierungsanfragen vom Ladestations-Management-System (LMS), ordnet diese automatisch dem Heimat-LMS des Roaming-Kunden zu und leitet sie dorthin weiter. So wird jeder Roaming-Kunde von seinem Heimat-LMS authentifiziert und nur dort müssen seine Kundendaten hinterlegt sein. Gegebenenfalls unterschiedliche Standards kann dieses Modul ineinander konvertieren und so die Interoperabilität zwischen den LMS sicherstellen.

Die untergeordneten Module dienen u. a. der Sammlung, Harmonisierung und Konvertierung abrechnungsrelevanter Datensätze der Roaming-Vorgänge (Data-Clearing) bis hin zu einer finanziellen Bewertung. Die gegenseitig entstehenden Forderungen und Verbindlichkeiten zwischen den Ladestationsbetreibern können daraufhin einer Saldierung (Nettoclearing) unterzogen werden, sodass die Abrechnung sehr einfach abgewickelt werden kann.



**Bild 7:** Architektur einer E-Roaming- und Clearing-Lösung [11]

## 8 Zusammenfassung

Diese Arbeit liefert Entwicklern von Softwarelösungen für den Betrieb von Ladeinfrastruktur einen Handlungsrahmen, um die heutigen Bedürfnisse von Stadtwerken abbilden zu können. Neben den technischen Aspekten rund um die Authentifikation und den Betrieb einer Ladeinfrastruktur wurden vor allem die Anforderungen an ein Service Center aufgezeigt. Die Basis hierfür bilden verschiedene Rollen, die auf das Service Center zugreifen. Besonders die Funktion des Ladeinfrastrukturbetreibers mit Wartungs- und Vertriebsicht wurde beleuchtet.

Neben der detaillierten Spezifikation der Anforderungen im spezifischen Stadtwerkekontext bspw. im Hinblick auf die Ausprägung des CRM, des Abrechnungssystems oder der Leitwarte steht die praktische Umsetzung der genannten Funktionalitäten im Fokus zukünftiger Entwicklungsaktivitäten. Zusätzlich wird man sich in der Praxis auch mit rechtlichen Fragestellungen und Vertragsgestaltungen befassen müssen. Zudem ist ein Service Center nur mit einer Mindestzahl an Nutzern finanzierbar. In Zukunft wird bei derartigen Lösungen auch ein Hauptaugenmerk auf dem Vertrieb liegen müssen. Für erweiterte Anforderungen in Richtung Smart Grid-Funktionalitäten ist aus heutiger Sicht ebenfalls erhebliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu tätigen.

## 9 Literatur

- [1] Bundesbeauftragter für Datenschutz und Informationsfreiheit (2011): Intelligente Stromzähler. [http://www.bfdi.bund.de/DE/Schwerpunkte/SmartMeterSmartGrids/SmartMeter\\_node.html](http://www.bfdi.bund.de/DE/Schwerpunkte/SmartMeterSmartGrids/SmartMeter_node.html). Abgerufen am 12.12.2011.
- [2] e-laad.nl (2011): Open Charge Point Protocol. <http://ev-services.net/ocpp>. Abgerufen am 12.12.2011.
- [3] Günther, M (2011): Ladeinfrastruktur im öffentlichen und semiöffentlichen Raum. Beurteilung von Varianten für Authentifikation und Abrechnung. In: Zugang zu einer diskriminierungsfreien Ladeinfrastruktur – 2. Workshop. 23.09.2011 in München.
- [4] Günther, M (2011): Sim eMobile-City. Die optimale Ladeinfrastruktur in einer Stadt. SWM-Versorgungs GmbH, München.
- [5] Institut für Mobilitätsforschung (2010): Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2030. 1. Auflage. BMW AG, München.
- [6] Leitinger, C; Litzlbauer, M (2011): Netzintegration und Ladestrategien der Elektromobilität. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 2:10-15.
- [7] Lutz, T; Pfeiffer, A; Wagner, T (2011): Towards a system for accessing real-time and cross-provider information about electric vehicle supply equipment. In: 3rd European Conference. SmartGrids and E-Mobility. München. Zur Veröffentlichung angenommen.
- [8] Lützenkirchen, S (2010): Citroën „Green Cars Strategy“. In: Tagungsband. eRoadshow von ASL Fleet Services. Garching.
- [9] Molthan, H (2010): Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum – Herausforderungen & Lösungen. In: Hornig C; Kasserra, S (Hrsg.): 4. „e-Monday“. 28. Juni 2010 in München.
- [10] Nationale Plattform Elektromobilität (2011): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität, Berlin.
- [11] Pfeiffer, A; Bach, M (2011): E-Energy Modellstadt Aachen. In: Horvath & Partners – Überbetrieblicher Leistungsvergleich. 19.09.2011 in Bonn.
- [12] Pfeiffer, A; Wagner, T (2011): Anforderungen an Ladestationen und Ladestationsinformationsdienste. Ergebnisse einer wissenschaftlichen Studie. Aachen.
- [13] VKU (2010): Stadtwerk der Zukunft. Elektromobilität – Kommunale Unternehmen machen nachhaltig mobil. Berlin.



# Ein Vorgehensmodell zur Gestaltung kundengruppenspezifischer Time-of-Use Tarife

**Zohra Ighli**

Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Informationswirtschaft und -management,  
76131 Karlsruhe, E-Mail: zohra.ighli@student.kit.edu

**Lilia Filipova-Neumann**

FZI Forschungszentrum Informatik, 76131 Karlsruhe, E-Mail: filipova-neumann@fzi.de

**Christoph Flath**

FZI Forschungszentrum Informatik, 76131 Karlsruhe, E-Mail: flath@fzi.de

## Abstract

Die vorliegende Arbeit zeigt ein Vorgehensmodell auf, mit dem kundengruppenspezifische zeitvariable Tarife erstellt werden können, die sowohl für den Lieferanten als auch den Endkunden wirtschaftlich sind. Neben der Gewinnmaximierung des Lieferanten und der Forderung, dass der neue Tarif aus Kundensicht mindestens so gut sein muss wie der Referenztarif, wird der Aspekt der Einfachheit für den Kunden berücksichtigt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Vorgehensweise in der existierenden Literatur werden in dieser Arbeit der Beginn und die Länge einer Zeitzone, in der ein bestimmter Preis gilt, für die Optimierung endogenisiert. Trotz der strengen Restriktion, die Kunden ohne Verhaltensanpassung die gleichen Kosten garantiert, lassen sich dadurch weitere Optimierungspotentiale erschließen. Dies wird an der Gewinnsteigerung in der untersuchten Fallstudie gezeigt.

## 1 Einleitung

Mit entsprechenden Änderungen der regulatorischen Rahmenbedingungen verfolgt der Gesetzgeber die Gestaltung innovativer Tarifprodukte auf dem Strommarkt. Nach §40, Absatz 5, Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) müssen Stromlieferanten lastvariable oder zeitvariable Tarife anbieten, die dem Letztverbraucher einen Anreiz bieten Strom zu sparen oder zu verlagern, allerdings unter der Voraussetzung, dass es für den Lieferanten „technisch machbar und wirtschaftlich zumutbar“ (EnWG §40 Absatz 5) ist. Außerdem müssen nach §21c, Absatz 1, EnWG und §21d, Absatz 1, EnWG in Neubauten und bei Sanierungen Smart Meter eingebaut werden.

In der Praxis werden jedoch meist wieder Schwachlasttarife eingeführt [24], die zwar die gesetzlichen Anforderungen erfüllen, jedoch wenig innovativ sind und die Möglichkeiten,

die ein Smart Meter zur Tarifgestaltung bietet [18], nicht nutzen. Gerade im Zuge der Liberalisierung des Energiemarktes steigen die Anzahl der Stromanbieter [28] und somit auch der Wettbewerbsdruck für die Lieferanten. Daher ist es für den Lieferanten entscheidend, sich durch attraktive Tarifprodukte Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Durch die Differenzierung der Kunden entsprechend ihrem unterschiedlichen Verbrauchsverhalten und die Gestaltung angepasster kundenspezifischer Tarife, kann der Lieferant bisher ungenutzte Effizienzpotentiale ausschöpfen, die sowohl ihm als auch den Kunden Vorteile bieten.

Möglichkeiten für eine Besserstellung des Lieferanten und seiner Kunden ergeben sich dann, wenn der Verbrauch der Kunden in Zeiten mit hohen Erzeugungskosten reduziert oder daraus verlagert werden kann. In welchem Ausmaß sich das bewerkstelligen lässt, hängt sowohl von den Eigenschaften des Verbrauchsverhaltens, darunter der Ausgestaltung der Lastprofile, als auch vom Verlauf der Beschaffungskosten ab [10].

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Vorgehensmodell für die Gestaltung von Tarifen zu entwickeln, mit dem kundengruppenspezifische zeitvariable Tarife erstellt werden können, die sowohl für den Lieferanten als auch den Endkunden wirtschaftlich sind. Konkret wird dafür neben der Gewinnmaximierung des Lieferanten und der Forderung, dass der neue Tarif die Kunden im Vergleich zum Ausgangstarif zumindest nicht schlechter stellen darf, der Aspekt der Einfachheit (der Nachvollziehbarkeit für den Kunden und der Implementierung für den Lieferanten) berücksichtigt.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Vorgehensweise in der existierenden Literatur werden in dieser Arbeit der Beginn und die Länge einer Zeitzone, für die ein bestimmter Preis gilt, für die Optimierung endogenisiert. Diese werden somit, zusammen mit den in ihnen geltenden Preisen, in einem kombinierten Ansatz festgelegt, wodurch sich weitere Optimierungspotentiale erschließen lassen. Um die Einfachheit des Tarifs zu gewährleisten wird des Weiteren ein Kriterium zur Auswahl der Anzahl von Zeitzonen angewandt. Im Rahmen einer Fallstudie wird das entwickelte Modell auf Realdaten angewandt.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut. Abschnitt 2 beschreibt die Rahmenbedingungen der Fallstudie, insbesondere die aus Verbrauchsdaten von Haushalts- und Gewerbekunden erzeugten Kundencluster als Ausgangspunkt für die Tarifgestaltung. In Abschnitt 3 werden verschiedene zeitvariable Tarifarten vorgestellt und die Auswahl der Time-of-Use für die Tarifgestaltung begründet. Des Weiteren wird das Vorgehensmodell für die Bestimmung des kundengruppenspezifischen TOU Tarifs beschrieben. Abschnitt 4 beinhaltet die Ergebnisse, die mit der Anwendung des Modells auf Verbrauchsdaten eines Kundenclusters resultieren sowie deren Diskussion. Abschnitt 5 fasst zusammen und gibt einen Ausblick auf die weiterführenden Forschungsfragen.

## 2 Clusteranalyse von Lastprofilen

Die kundenspezifische Gestaltung zeitvariabler Tarife gestaltet sich aufgrund fehlender Erfahrungswerte schwierig. Durch Smart Metering stehen Energieversorgern Daten zur Verfügung, die durch geeignete Analyseansätze die Tarifgestaltung unterstützen können. Ein geeigneter Ansatz ist hierfür die Clusteranalyse zur Aufdeckung von Strukturen in großen Datenbeständen. So ist es möglich, Kundengruppen nicht nur, wie bisher, anhand ihres absoluten Verbrauchs zu unterscheiden, sondern eine bessere Kundensegmentierung auf

Basis des Verbrauchsverhaltens zu erzielen. Daher kommt der Auswertung dieser Daten eine große Bedeutung für die Entwicklung neuer Tarife zu. Hierfür ist es notwendig, dass Energieversorger die Smart Meter Daten in geeigneten IT-Systemen integrieren.

In Zusammenarbeit mit der ENERGY4U GmbH<sup>1</sup> und den Allgäuer Überlandwerken<sup>2</sup> (AÜW) wurde eine IT-Lösung für die Clusteranalyse von Verbrauchsdaten entwickelt und umgesetzt. Die verwendeten Methoden der Clusteranalyse sowie der Bezug zur Literatur des Data Mining und Business Intelligence werden in [11] ausführlich dargestellt.

In der untersuchten Smart Metering Pilotregion wurden Smart Meter Daten von Haushalts- und Gewerbekunden im Zeitraum vom 1.1.2010 bis zum 14.2.2011 gesammelt. Auf der Basis dieser Daten wurde mit Hilfe der SAP Business Intelligence Umgebung eine Clusteranalyse als Analyseprozess aufgesetzt. Die zuzuvorgende erforderliche Aufbereitung der Daten wird ebenfalls in [11] beschrieben.

Im Rahmen der Clusteranalyse konnten in verschiedenen Tages- (Werktag, Wochendene) und Jahreszeitszenarien (Winter, Übergangszeit, Sommer) zahlreiche im Verbrauchsverhalten homogene Kundencluster identifiziert werden. Insbesondere im Haushaltskundenbereich ergaben sich hierbei deutliche Abweichungen vom Standardlastprofil. Deshalb greifen wir im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit auf diese Clusterergebnisse zurück um das dynamische Verbrauchsverhalten von Haushalten möglichst realistisch modellieren zu können.

### 3 Das kundengruppenspezifische TOU Preismodell

#### 3.1 Zeitvariable Tarife

Aufgrund der Nicht-Speicherbarkeit von Elektrizität muss die Erzeugung elektrischer Energie zu jedem Zeitpunkt genau der nachgefragten Menge entsprechen. Da die Nachfrage nach Elektrizität im Verlauf des Tages und auch saisonal schwankt, unterliegt auch die notwendige Erzeugung diesen Schwankungen. Je nach Lastart (Schwach-, Mittel- oder Spitzenlast) unterscheiden sich die für die Deckung der Nachfrage benötigten Kraftwerke und somit die Erzeugungskosten. Diese Kraftwerke werden in der Reihenfolge ihrer variablen Kosten (v.a. Brennstoffkosten) eingesetzt. Vor allem Haushaltskunden zahlen jedoch einen mit der Zeit konstanten Preis für eine Kilowattstunde Elektrizität. Variierenden Erzeugungskosten stehen demnach konstante Strompreise gegenüber. [4] argumentieren, dass durch konstante Verkaufspreise die falschen Preissignale gesetzt werden und Strom in Spitzenlastzeiten, in denen die variablen Kosten besonders hoch sind, zu billig angeboten wird. Zeitvariable Tarife, bei denen sich der Arbeitspreis mit der Zeit verändert, sind somit zum einen ein Mittel, um die Preise an den tatsächlichen Kosten auszurichten und die tatsächlichen Marktverhältnisse widerzuspiegeln. Zum anderen können variable Tarife als indirekte Lastmanagement-Maßnahme Spitzenlasten verlagern.<sup>3</sup> Dadurch werden weniger Spitzenlastkraftwerke benötigt, der restliche Kraftwerkspark wird besser ausgelastet, die Systemeffizienz steigt [29], [22], [15]. Aus Sicht des Lieferanten führt diese veränderte

<sup>1</sup> Energy4U ist ein IT-Dienstleister für SAP-Lösungen in der Versorgungsbranche (<http://www.energy4u.org/>).

<sup>2</sup> Die Allgäuer Überlandwerke sind ein regionaler Energieversorger mit Sitz in Kempten. (<http://www.auew.de/>)

<sup>3</sup> Lastvariable Tarife werden aufgrund der verhältnismäßig geringen Last und Lastvariabilität für Gewerbe- und Haushaltskunden und damit ihrer geringen Relevanz im Folgenden nicht betrachtet.

Struktur der Erzeugungskosten zu einer Reduktion der Beschaffungskosten, die er zum Teil an den Endkunden weiterreichen kann [18]. Verschiedene Potenzialstudien haben ein Verlagerungspotenzial durch variable Tarife von ca. 10 – 24% in Deutschland ermittelt. Diese Ergebnisse wurden jedoch meist in Kombination mit weiteren Demand Response Programmen erzielt. Für einen detaillierten Überblick vgl. [19].

Die in der Praxis vorkommenden drei Arten von zeitvariablen Tarifen unterscheiden sich, wie von [1] [19] definiert, vor allem in der Länge der Zeitspanne, mit der sie im Voraus bekanntgegeben werden.

Bei einem *Time-of-Use* (TOU) Tarif sind die Zeitzonen und die in diesen Zeitzonen geltenden Preise weit im Voraus, in der Regel für ein Jahr, festgelegt und über die Vertragslaufzeit gültig. Darüber hinaus zeichnen sich diese TOU Tarife in der Praxis mit eher wenigen Zeitzonen aus. Das am weitesten verbreitete Beispiel ist der Hochtarif/Niedertarif (HT/NT) mit zwei Zeitzonen und zwei Preisstufen. Dabei zahlen die Kunden tagsüber einen höheren Arbeitspreis als nachts.

Beim *Real Time Pricing* (RTP) werden die Dauer einer Preisstufe und das Preisniveau dynamisch für jeden Tag neu bestimmt und in der Regel einen Tag im Voraus bekannt gegeben. Üblicherweise ist ein Preis für mindestens eine Stunde gültig.

Bei bestimmten Events, wie z.B. Netzengpässen oder unerwartet hohen Einkaufspreisen durch Kraftwerksausfall, gilt bei *Critical Peak Pricing* (CPP) Tarifen eine vom festgelegten TOU Tarif abweichende Preisstufe während einer vorab festgelegten Zeit. Die Anzahl der Events ist meist auf einige wenige Stunden im Jahr begrenzt und ein Event wird mit einer bestimmten Frist vorab angekündigt - je nach Ausgestaltung können dies Stunde(n), Tage oder Wochen sein.

In der Praxis sollte der eingesetzte Tarif einfach und nachvollziehbar für die Kunden sein. Dafür muss der Tarif möglichst geringen Zeitaufwand zur Einholung der aktuellen und bekanntgegebenen Preisinformationen für den Kunden erzeugen und nicht zu viel Flexibilität für kurzfristige Anpassung auf Preisänderungen voraussetzen. Verschiedene Kundenakzeptanzstudien zeigen, dass Kunden variablen Tarifen gegenüber im Allgemeinen aufgeschlossen sind, da sie sich davon Kosteneinsparungen erhoffen [27]. Die Akzeptanz steigt jedoch mit der Einfachheit des Tarifs [19], [25], die bei TOU Tarifen in einem stärkeren Ausmaß vorliegt als bei CPP oder RTP. Darüber hinaus wird mit TOU Tarifen, bei denen eine Preisanpassung allenfalls einmal jährlich erfolgt, wird das Preisrisiko in der Erzeugung eher vom Lieferanten abgedeckt.

Aus der Sicht des Lieferanten muss die Implementierung des neuen Tarifes wirtschaftlich sein. Auf Grund der langfristigen Festlegung der Preise eignen sich TOU Tarife als Antwort auf langfristig prognostizierbare Unterschiede in den Beschaffungskosten und zur langfristigen Lastgangmodifikation [19]. Mit seiner hohen Flexibilität ermöglicht der RTP Tarif hingegen die kurzfristige Reaktion auf stark fluktuierende und nur bedingt prognostizierbare und steuerbare Erzeugung und kann so die Integration erneuerbarer Energien erleichtern.

In der vorliegenden Arbeit wird davon ausgegangen, dass die gesamte Beschaffung über den Spotmarkt oder OTC Handel, dessen Preise sich ebenfalls an den Spotmarktpreisen orientieren, jedoch nicht über Eigenerzeugung stattfindet. Damit unterliegen die Beschaffungskosten einem hohen Diversifizierungsgrad und bleiben von lokalen und kurzfristigen Schwankungen in der Erzeugung erneuerbarer Energien unversehrt.

Da zum einen die Spotmarktpreise über längeren Zeiträumen hinweg distinkten Tagesmustern folgen [3] und zum anderen in der betrachteten Fallstudie keine kurzfristige Verbrauchsprognose - z.B. anhand von Wetterdaten - stattfindet, werden im Rahmen dieser Arbeit nur langfristigen Schwankungen auf der Nachfrage- und Angebotsseite berücksichtigt. Daher beschränken wir uns im Folgenden auf die Entwicklung von dem TOU Tarifen.

### 3.2 Vorgehensmodell zur Bestimmung des optimalen TOU Tarifs

[33] geben einen Überblick über verschiedene in China implementierten TOU Preismodelle<sup>4</sup>. Demnach lassen sich diese entsprechend der Zielfunktionen in drei Kategorien unterteilen. In der ersten Kategorie werden die TOU Preismodelle auf der Grundlage von Lastmanagementzielen aufgestellt (z.B. [16]), wobei die Reduzierung der Spitzenlast allen Arbeiten als Ziel zu Grunde liegt. Zusätzlich zur Spitzenlastreduzierung soll in [30] und [31] auch die Differenz zwischen Spitzen- und Schwachlast minimiert und in [26] darüber hinaus Schwachlast maximiert werden. Dieses Grundmodell wird um weitere Zielfunktionen wie der Kundenakzeptanz [33] oder den Kosten des Stromkunden [30] ergänzt. Bei den genannten Modellen handelt es sich um multikriterielle Optimierungsprobleme, zu deren Lösung die verschiedenen Zielfunktionen gewichtet und in eine Zielfunktion überführt werden müssen. Diese Gewichtung ist jedoch in der Regel subjektiv [26].

In der zweiten Modellkategorie richten sich die Preise, die auf Erzeugerseite gesetzt werden, nach der Nachfrageseite. Ziel hierbei ist es die Differenz zwischen vorhergesagtem und tatsächlichem Stromverbrauch zu minimieren [33]. Mittels Simulationen werden die optimalen Preise berechnet [13].

Die dritte Kategorie stellen spieltheoretische Modelle dar, in denen der Einfluss des Verhaltens verschiedener Akteure, wie z.B. der Energieversorger, der Regierung und der Stromkunden auf die Preisgestaltung betrachtet wird [32], [33].

Einsparungen aus der Reduktion der Beschaffungskosten kann der Lieferant erzielen, wenn er Tarife anbieten kann, die Anreize zur Spitzenlastreduzierung bzw. -verlagerung setzen. Das Modell in dieser Arbeit fällt dadurch in die erste Kategorie und ist angelehnt an [30]. Jedoch wird ein Lieferant einen TOU Tarif nur anbieten, wenn dieser insgesamt wirtschaftlich für ihn ist, d.h. wenn er damit seine Gewinne maximieren kann. Das hier vorgestellte Modell hat daher mit der Gewinnmaximierung nur eine Zielfunktion. Dadurch entsteht die oben beschriebene Problematik multikriterieller Optimierungsprobleme erst gar nicht.

Die Ausgestaltung eines TOU Tarifs wird durch mehrere Variablen beschrieben: die Anzahl an Zeitzonen, Beginn und Länge einer Zeitzone, die Anzahl an Preisen und das jeweilige Preisniveau. Die Herausforderung für den Lieferanten bei der Gestaltung eines TOU Tarifs ist es, seinen Gewinn unter der Berücksichtigung der genannten und weiterer im Marktumfeld relevanter Nebenbedingungen über diese Variablen zu optimieren.

In den bisherigen TOU Preismodellen [26], [30] werden diese Variablen jedoch nicht simultan sondern stufenweise optimiert. In der Regel werden neben der Anzahl der Zeitzonen, auch ihr Beginn und Länge aufgrund bestimmter Überlegungen im Voraus festgelegt. Über die Zielfunktion werden dann nur die Preisniveaus in den entsprechenden Zeitzonen optimiert.

---

<sup>4</sup> Empirische Ergebnisse zu den Auswirkungen von TOU Tarifen auf das Verbrauchsverhalten bieten [6], [7], [12], [21].

Durch die vorherige Festlegung einzelner Variablen werden jedoch der Optimierung Restriktionen auferlegt, welche die Aufdeckung vorhandener Effizienzpotentiale verhindern.

Obwohl Verbrauchsdaten üblicherweise im 15-Minuten Takt vorliegen, beschränken wir uns aus Komplexitätsgründe auf Tarife auf 1-Stunden-Basis. Damit beträgt die maximale Anzahl an Zeitzonen pro Tag 24. Des Weiteren ist die Anzahl der unterschiedlichen Preise durch die Anzahl der Zeitzonen nach oben beschränkt. Die Endogenisierung des Beginns und Länge der Zeitzonen wird in der vorliegenden Arbeit über die Formalisierung der Preissprünge, die zwischen benachbarten Zeitzonen entstehen, mit Hilfe der Entscheidungsvariablen  $\varphi_t$  ermöglicht, wobei  $t=1, \dots, 24$  die Periode (mit Dauer von 1 Stunde) bezeichnet. Eine Zeitzone wird somit durch die Menge benachbarter Perioden, in denen der gleiche Preis vorherrscht, charakterisiert. Die Variable  $\varphi_t$  nimmt den Wert 1(0) an, falls zwischen  $t$  und  $t+1$ , für  $t=1, \dots, 23$ , bzw. zwischen  $t=24$  und  $t=1$  ein (kein) Preissprung vorliegt. Bezeichnet man des Weiteren mit  $p_t$  und  $c_t$  den Endkundenpreis und die Beschaffungskosten, sowie mit  $x_t(p_t)$  den vom Preis abhängigen Verbrauch des Kunden in Periode  $t$ , wird das Maximierungsproblem wie folgt spezifiziert.

$$\max_{\varphi_t, \Delta_t} \sum_{t=1}^{24} (p_t - c_t) \cdot x_t(p_t) \quad (1)$$

u.d. Nebenbedingungen:

$$p_{t+1} = p_t + \Delta_t \cdot \varphi_t, \quad t=1, \dots, 23 \quad (2)$$

$$p_{23} + \Delta_{23} \cdot \varphi_{23} = p_1 - \Delta_{24} \cdot \varphi_{24} \quad (3)$$

$$x_t(p_t) = x_{0,t} \cdot \left( 1 - \varepsilon \cdot \left( \frac{p_0 - p_t}{p_0} \right) \right) \quad (4)$$

$$\sum_{t=1}^{24} p_t \cdot x_{0,t} \leq p_0 \sum_{t=1}^{24} x_{0,t} \quad (5)$$

$$\varphi_t = 0, 1 \quad (6)$$

$$\sum_{t=1}^{24} \varphi_t = a \quad (7)$$

(1) definiert den Gewinn als Differenz aus Erlös und Kosten. (2) stellt den Zusammenhang zwischen den Preisstufen und den Sprüngen in benachbarten Perioden her, wobei von einem Wert  $p_1$  auszugehen ist. Gleichung (3) stellt auf beiden Seiten den Preis in Periode  $t=24$  dar, der über einen Sprung zum Preis sowohl in der vorhergehenden  $t=23$  als auch in der nachfolgenden  $t=1$  spezifiziert werden kann. Umgestellt nach  $p_1$  führt die Gleichung zur vollständigen Charakterisierung der Preise über  $\varphi_t$  und  $\Delta_t$ .

Die Nachfragefunktion  $x_t(p_t)$  hat per Annahme einen fallenden Verlauf. Bezeichnet man mit  $p_0$  und  $x_{0,t}$  den Preis und die entsprechend nachgefragte Menge beim Referenztarif, kann die nachgefragte Menge beim TOU Tarif über die Preiselastizität der Stromnachfrage  $\varepsilon$  in Gleichung (4) berechnet werden. Hierbei ist  $\varepsilon$  definiert als die prozentuale Änderung der Nachfrage von  $x_{0,t}$  nach  $x_t(p_t)$  bei einer prozentualen Preisänderung von  $p_0$  nach  $p_t$ :  $\varepsilon = \left( \frac{x_{0,t} - x_t(p_t)}{x_{0,t}} \right) / \left( \frac{p_0 - p_t}{p_0} \right)$  ([20]). Zur Vereinfachung wird angenommen, dass die Preiselastizität unabhängig vom Verbrauchs- und Preisniveau ist. Ebenso werden Kreuzpreiselastizitäten vernachlässigt.

Ein Kunde wird den TOU Tarif dann akzeptieren, wenn er für den gleichen Verbrauch keine höheren Stromkosten hat (vgl. [19], S. 89) als mit dem Referenztarif (vgl. Gleichung (5)). Andernfalls wird der Kunde beim Referenztarif bleiben. Die Summe über alle  $\varphi_t$  (Gleichung (7)) ergibt die exogen vorgegebene Anzahl der Preissprünge  $a$ , die auch der Anzahl der Zeitzonen entspricht. Durch Variation von  $a$  wird für jedes  $a \in [2, 24]$  ein optimaler Tarif zu (1) bis (7) berechnet, wobei die Position und Länge der Zeitzonen und die vorherrschenden Preise endogen festgelegt wird. Dabei müssen sich die Anzahl der Zeitzonen und die Anzahl der Preise nicht entsprechen, da in zwei nicht nebeneinander liegenden Zeitzonen der gleiche Preis vorliegen kann.

Aus der Spezifikation des Maximierungsproblems ist ersichtlich, dass jedes  $a < 24$  eine Einschränkung für die Maximierung darstellt, da es die Gleichheit zwischen unterschiedlichen Perioden erzwingt. Je restriktiver diese Vorgabe durch einen kleineren Wert für  $a$  ist, desto kleiner ist der Optimalwert der Zielfunktion, der erreicht werden kann. Um den Zielkonflikt zwischen Gewinn und Einfachheit aufzulösen, kann der Lieferant für die Auswahl des optimalen  $a^*$  das Ellbogen-Kriterium ähnlich wie in der Clusteranalyse [2] heranziehen. Dabei wird der Gewinn in Abhängigkeit von  $a$  abgebildet, wobei dieser mit abnehmender Rate steigt. Die für den Lieferanten optimale Zeitzonenzahl  $a^*$  wird nun grafisch an der Stelle ermittelt, an der die Gewinn-Kurve einen „Knick“ hat.<sup>5</sup>

Bild 1 beschreibt anhand eines Programmlaufplans den Algorithmus zur Bestimmung eines optimalen TOU Tarifs.

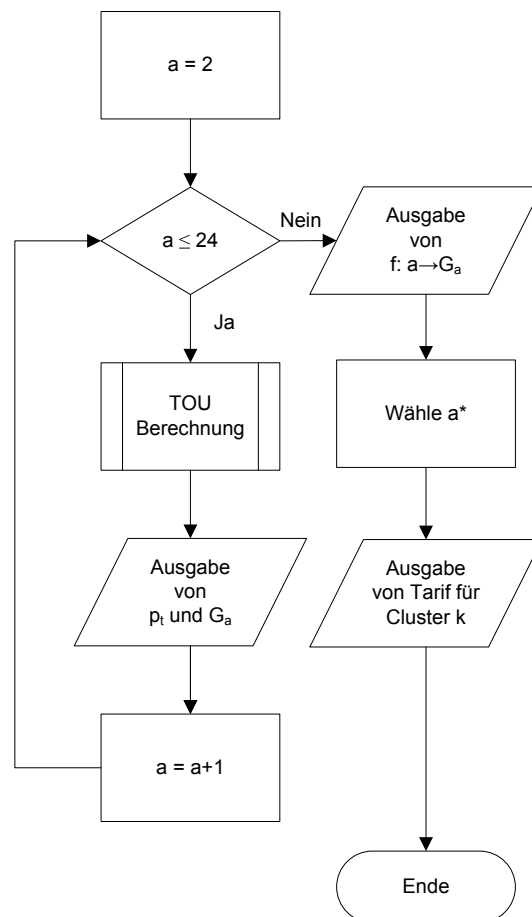
## 4 Ergebnisse

Das entwickelte Modell wird nun auf Realdaten aus der in Abschnitt 2 beschriebenen Fallstudie angewandt. Die Verbrauchsdaten stammen aus einem der für die Übergangszeit (21.3.-14.5. und 15.9.-31.10 im Jahr 2010) Werktags identifizierten Cluster. Das Lastprofil füllt die Werte  $x_{0,t}$  für den ursprünglichen Verbrauch unter dem Einheitstarif  $p_0$ . Für die Berechnung der entsprechenden Beschaffungskosten  $c_t$  wurden die EEX Preisdaten für den gleichen Zeitraum herangezogen. Die Angaben in [5], [23] über die durchschnittliche Zusammensetzung der Strompreise wurden auf den durchschnittlichen Strompreis von  $p_0 = 23,42$  ct/kWh angewandt um die absoluten Werte der als additiv zu den Erzeugungskosten zu betrachtenden Kostenbestandteile (Vertrieb, Beschaffungsaktivitäten, Abrechnung, Messung, Messstellenbetrieb und Netznutzungsentgelte, Stromsteuer und Abgaben) zu ermitteln und von den multiplikativen Bestandteilen (Umsatzsteuer) zu trennen.

Die für jede Stunde  $t = 1, \dots, 24$  berechneten Durchschnittswerte der EEX Preise wurden um die ermittelten Kosten-Komponenten ergänzt. Des Weiteren werden in [8], [17] für die Preiselastizität der Nachfrage Werte im Bereich von  $-0,033$  bis  $-0,92$  angegeben<sup>6</sup>. Für die Berechnung wurde ein Wert im mittleren Bereich von  $-0,25$  angenommen, der aufgrund der Annahme konstanter Preiselastizität (4) für jedes Preis- und Verbrauchsniveau gilt. Die wichtigsten Parameterwerte, die in das Modell einfließen, sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Berechnung der optimalen Tarife wird mit Hilfe des Excel Solver durchgeführt.

<sup>5</sup> Um den Tarif noch weiter zu vereinfachen kann der Lieferant die Anzahl der Preisstufen reduzieren indem er diejenigen Preise, die nur minimal voneinander abweichen zu einem Preisniveau zusammenlegt.

<sup>6</sup> Diese sind üblicherweise an der Stelle der durchschnittlichen Preise und Verbrauchsmengen definiert.



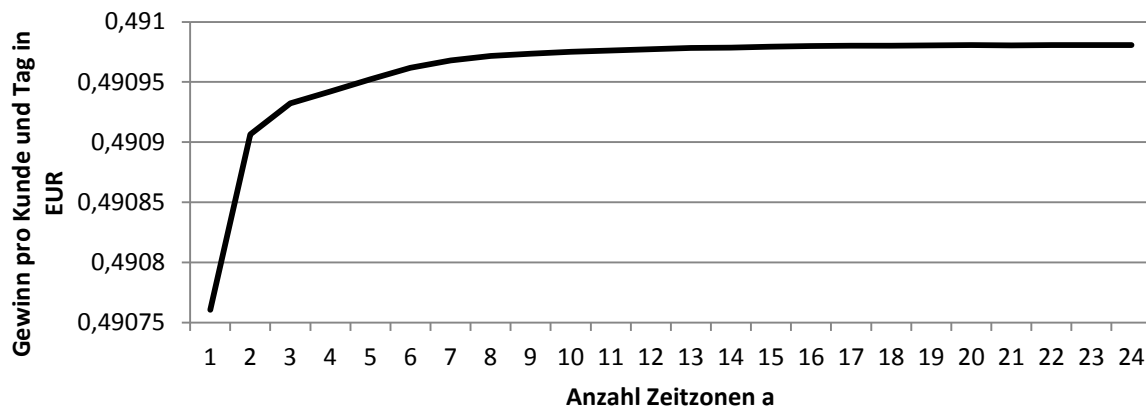
**Bild 1: Programmablaufplan zur TOU Tarifbestimmung für einen Cluster**

Durchschnittspreis in ct/kWh (Stand Februar 2011)	23,42	Preiselastizität der Nachfrage	-0,25
Strompreiszusammensetzung für einen Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh			
	Anteil [%]	Datenreihen im Zeitraum 21.3.-14.5.10 und 15.9.-31.10.10	
Strombeschaffung, Vertrieb, Marge	34,60	Verbrauch [kWh] Cluster 8, Übergang Werktag (18 Teilnehmer)	
Strombeschaffung	20,00	Durchschnitt	0,439
Vertrieb	4,00	Min	0,201
Marge	10,60	Max	0,651
Steuern	24,70	Standardabweichung	0,148
Mehrwertsteuer	19,00	EEX Spotmarktpreise [EUR/MW]	
Stromsteuer	5,70	Durchschnitt	47,07
Abgaben (EEG, KWK, Konzessionsabgabe)	15,90	Min	29,95
Netznutzungsentgelte	21,40	Max	58,21
Messung, Messstellenbetrieb, Abrechnung	3,40	Standardabweichung	9,06

**Tabelle 1: Parameterwerte für das Modell**

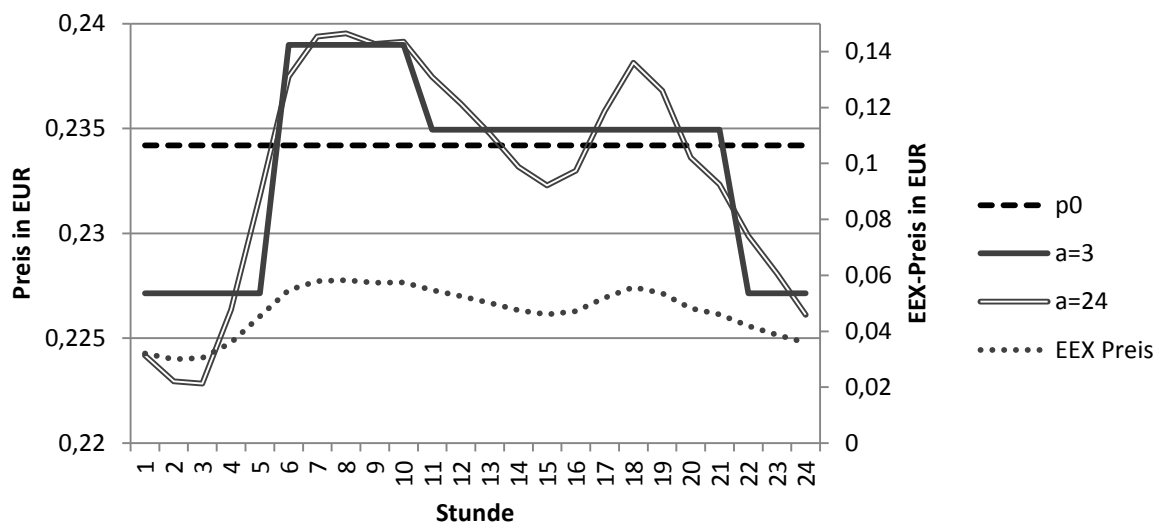


In Bild 2 ist der optimierte Gewinn in Abhängigkeit von der Anzahl an Zeitzonen dargestellt. Bei  $a = 3$  lässt sich ein „Knick“ der Kurve identifizieren, so dass nach dem Ellbogenkriterium dies als optimale Anzahl an Zeitzonen festgelegt wird.<sup>7</sup>



**Bild 2: Maximaler Gewinn in Abhängigkeit von der Anzahl an Zeitzonen a**

Der entsprechende optimale TOU Tarif, sowie zum Vergleich der Tarif mit 24 Zeitzonen, sind in Bild 3 dargestellt. Auch wenn der 3-Stufen Tarif nicht in dem Ausmaß wie der 24-Stufen Tarif dem Verlauf der EEX Preise folgen kann, ist dennoch zu erkennen, dass der Preis zu den Peak-Zeiten auf der Börse höher liegt.



**Bild 3: Optimaler TOU Tarif**

Die Berechnung der Nachfrage zeigt, dass das Lastprofil durch den TOU Tarif im Vergleich zum einheitlichen Referenztarif – und damit auch der Gesamtverbrauch – weitestgehend unverändert bleibt. Die mit dem TOU Tarif resultierende Gewinnsteigerung zum Referenztarif ist zwar positiv, beträgt jedoch nur 0,036 % Prozent. Die Ursache hierfür liegt in der Nebenbedingung (5), die für den Lieferanten als sehr harte Erlösobergrenze fungiert.

<sup>7</sup> Siehe auch [14].

Höhere Gewinnsteigerungen lassen sich erreichen, wenn man dem Kunden stärkere Verhaltensanpassungen zumutet, wie es vom Regulierer gewollt ist. Dafür kann die Nebenbedingung (5) durch die Forderung ersetzt werden, dass die Kosten mit neuem Tarif und angepasstem Verbrauch nicht die Kosten übersteigen dürften, die bei dem Verbrauch mit den alten Preisen entstehen würden ( $\sum_{t=1}^{24} p_t^* x_t(p_t) \leq p_0 \sum_{t=1}^{24} x_t(p_t)$ ) oder dass der TOU-Durchschnittspreis nicht größer sein darf als der Referenzpreis ( $\sum_{t=1}^{24} p_t / 24 \leq p_0$ ).<sup>8</sup>

Die Wirtschaftlichkeit von TOU-Tarifen hängt stark davon ab, in welchem Ausmaß Verbrauch in Zeiten mit hohen Erzeugungskosten reduziert werden kann. Daher sind die Ergebnisse zum einen sensitiv gegenüber Variationen in der (Eigen-)Preiselastizität der Nachfrage, die in unterschiedlichen Studien unterschiedlich hoch ausfällt. Eine höhere Elastizität ermöglicht eine stärkere Anpassung der Nachfrage und einen höhere Gewinnsteigerung. Zum anderen werden zusammen mit den Kreuzpreiselastizitäten der Nachfrage zwischen den unterschiedlichen Stunden auch Verlagerungen des Verbrauchs zwischen den Zeitzonen vernachlässigt, die jedoch in der Realität ebenfalls Effizienzpotential darstellen.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde ein Ansatz zur Bestimmung eines optimalen kundengruppen-spezifischen TOU Tarifs vorgestellt und im Rahmen einer Fallstudie implementiert. Im Gegensatz zur verwandten Literatur wurden in dem vorgestellten Modell, neben den Preisen, auch der Beginn und die Länge der Zeitzonen endogenisiert.

Es wurde gezeigt, dass sich – selbst unter der stark restriktiven Bedingung, dass Kunden ohne Verhaltensanpassung keine höheren Kosten entstehen dürfen – mit TOU-Tarifen eine Gewinnsteigerung erzielen lässt, die mit der Anzahl der Zeitzonen monoton steigt. Aufgrund der Bedeutung eines einfachen und leicht nachvollziehbaren Tarifs für die Praxis wurde mit Hilfe des Ellenbogenkriteriums die Anzahl von Zeitzonen reduziert.

Für das verwendete Kundencluster in Übergangszeit Werktags wurde ein 3-stufiger TOU entwickelt, mit dem eine Gewinnsteigerung von 0,036 % bei gleichbleibenden Kundenkosten erzielt werden konnte. Sowohl der Gesamtverbrauch als auch das Lastprofil des Kunden bleiben beim neuen Tarif erhalten. Dieses Ergebnis ist konservativ und würde bei einer weniger restriktiven Ausgestaltung der Nebenbedingung sowie unter Berücksichtigung von Kreuzpreiselastizitäten der Nachfrage besser ausfallen.

Die weiteren Forschungsarbeiten zielen auf die empirische Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der optimalen TOU Tarife und der resultierenden Lastverschiebung und Lastreduktion einerseits und den Lastprofilen der unterschiedlichen Cluster sowie der Elastizitätsannahmen andererseits. Des Weiteren sollen die Cluster auf Unterschiede in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit für den Lieferanten bei der Gestaltung von TOU Tarifen untersucht werden.

<sup>8</sup> Im vorliegenden Fall bindet diese Bedingung nicht - der Durchschnittspreis liegt mit 23,32 ct/kWh um 0,043 % unter dem Referenzpreis.

## 6 Literatur

- [1] Adam, D. (2009): Zukünftige Anforderungen an Messsysteme, EnCT GmbH Freiburg, Vortrag am 28.29.10.2009, Berlin.
- [2] Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. und Weiber, R. (2008): Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [3] Borchert, J., Schemm, R. und Korth, S. (2006): Stromhandel: Institutionen, Marktmodelle, Pricing und Risikomanagement. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- [4] Borenstein, S., Jaske, M. und Rosenfeld, A. (2002): Dynamic Pricing, Advanced Metering, and Demand Response in Electricity Markets. Energy Foundation.
- [5] Bundesnetzagentur (2011): <http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/FAQs/DE/BNetzA/Energie/PreiseEntgelte/WieSetztSichDerStrompreisZusammen.html?nn=125442>. Abgerufen am 18.09.2011.
- [6] Cheng, Y., und Zhai, N. (2010): Evaluation of TOU price based on responses of customer. In *2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, S. 1977-1981.
- [7] Dittmer, M. (1989): Lastmanagement Bei Zeitvariabler Elektrizitätspreisbildung in Industriebetrieben. Springer, Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo.
- [8] Faruqui, A. and George, S. (2002): The Value of Dynamic Pricing in Mass Markets, *The Electricity Journal*, 15(6): 45-55.
- [9] Faruqui, A., und L. Wood (2008): Quantifying the Benefits of Dynamic Pricing in the Mass Market. Prepared for Edison Electric Institute.
- [10] Filipova-Neumann, L. (2011): Multiproduct Pricing Revisited: Aligning Time Varying Tariffs to Procurement Costs or Load Profiles? *Proceedings of the IASTED International Conference on Power and Energy Systems and Applications (PESA 2011)*.
- [11] Flath, C., Nicolay, D. Conte, T. Van Dintner C., , and Filipova-Neumann, L. "Clusteranalyse von Smart Meter Daten - Eine praxisorientierte Umsetzung," *Wirtschaftsinformatik*.
- [12] Hill, L. J. (1991): Residential time-of-use pricing as a load management strategy: Effectiveness and applicability. *Utilities Policy* 1(4):308-318.
- [13] Hu, F. N, Tang, Y. D, und Zou,Y. (2007): The Mechanism of the TOU Price Based on the Bi-linkage of Purchase and Sale Prices. *Proceedings of the CSEE*, 27(5):61-66.
- [14] Ighli, Z. (2011): Gestaltung variabler Tarife im Smart Grid, Diplomarbeit (in Bearbeitung), Institut für Informationswirtschaft und -management, Karlsruher Institut für Technologie.
- [15] Konstantin, P. (2009): Praxisbuch Energiewirtschaft: Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [16] Liao, Y., Chen, L., und Chen, X. (2011): An Efficient Time-of-Use Pricing Model for a Retail Electricity Market Based on Pareto Improvement. In *Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, Asia-Pacific.

- [17] Lijesen, M. (2007): The real-time price elasticity of electricity, *Energy Economics*, 29(2): 249-258.
- [18] Nabe, C., Beyer, C., Brodersen, N., Schäffler, H., Adam, D., Heinemann, C., Tusch, T. u.a. (2009): Ökonomische und technische Aspekte eines flächendeckenden Rollouts intelligenter Zähler. Ecofys im Auftrag der deutschen Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Köln.
- [19] Nabe, C., Beyer, C., Brodersen, N., Schäffler, H., Adam, D., Heinemann, C., Tusch, T. u.a. (2010): Einführung von lastvariablen und zeitvariablen Tarifen. ECOFYS, EnCT & BBH im Auftrag der Bundesnetzagentur, Köln.
- [20] Olbrich, R., und Battenfeld, D. (2007): Preispolitik: Ein einführendes Lehr- und Übungsbuch. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [21] Park, R. E. und Acton, J. P. (1984): Large business customer response to time-of-day electricity rates. *Journal of Econometrics* 26(1-2): 229-252.
- [22] Rehm, M. (1999): Lastmanagement und dynamische Stromtarife in regenerativen Energieversorgungssystemen. VDI-Verlag.
- [23] Ridder, N. (2007): Vom monopolistischen Stromversorger zum kundenorientierten Energiedienstleister: die strategische Neuausrichtung kommunaler Energieversorgungsunternehmen, Verlag Dr. Kovač, Hamburg.
- [24] Schäffler, Dr. H. (Hrsg.) (2011): Praxisvergleich Smart-Metering-Produkte. Markt, Tarife, Kundenpotentiale. Freiburg.
- [25] Stadler, D. I.M, Auer, H. und Haas, R. (2004): Die Bedeutung von dynamischen Tarifmodellen und neuer Ansätze des Demand-Side-Managements als Ergänzung zu Hedging-Maßnahmen. ÖNB 7895 Endbericht.
- [26] Tan, Z., Wang, M., Qi, J., Hou, J. und Li, X. (2008): Time-of-use Price Optimizing Model And Fuzzy Solving Method. *Systems Engineering - Theory & Practice* 28(9): 145-151.
- [27] Unterländer, M., Wietschel, M. und Dütschke, E. (2010): Dynamische Stromtarife aus Kundensicht Akzeptanzstudie auf Basis einer Conjointanalyse. Masterthesis, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung und Karlsruher Institut für Technologie.
- [28] Verivox (2011): Zahl der Strom- und Gasanbieter deutlich gewachsen <http://www.verivox.de/nachrichten/zahl-der-strom-und-gasanbieter-deutlich-gewachsen-66477.aspx>. Abgerufen am 27.08.2011.
- [29] Wolter, D., und Reuter, E. (2005): Preis- und Handelskonzepte in der Stromwirtschaft: Von den Anfängen der Elektrizitätswirtschaft zur Einrichtung einer Strombörse. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [30] Wu, Q., Wang, L. und Cheng, H. (2004): Research of TOU power price based on multi-objective optimization of DSM and costs of power consumers. In *Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Electric Utility Deregulation, Restructuring and Power Technologies*, (DRPT 2004), 1:343-348.
- [31] Yu, N., und Yu, J. (2006): Optimal TOU Decision Considering Demand Response Model. In *International Conference on Power System Technology*, PowerCon 2006, 1-5.

- [32] Zeng, S., Ren, Y. und Li, J. (2007): A Game Model of Time-of-Use Electricity Pricing and its Simulation. In *International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, WiCom 2007, 5050-5054. IEEE.
- [33] Zeng, S., Li, J. und Ren, Y (2008): Research of time-of-use electricity pricing models in China: A survey. In 2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2191-2195. Singapore.



# **Neue Mobilität und Erneuerbare Energien**





# **Analysis and Discussion of Critical Success Factors of E-mobility Interconnected IS Infrastructure**

**Johanna Mählmann**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, D-30167 Hannover,  
E-Mail: [maehlmann@iwi.uni-hannover.de](mailto:maehlmann@iwi.uni-hannover.de)

**Patrick-Oliver Groß**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, D-30167 Hannover,  
E-Mail: [gross@iwi.uni-hannover.de](mailto:gross@iwi.uni-hannover.de)

**Michael H. Breitner**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, D-30167 Hannover,  
E-Mail: [breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de)

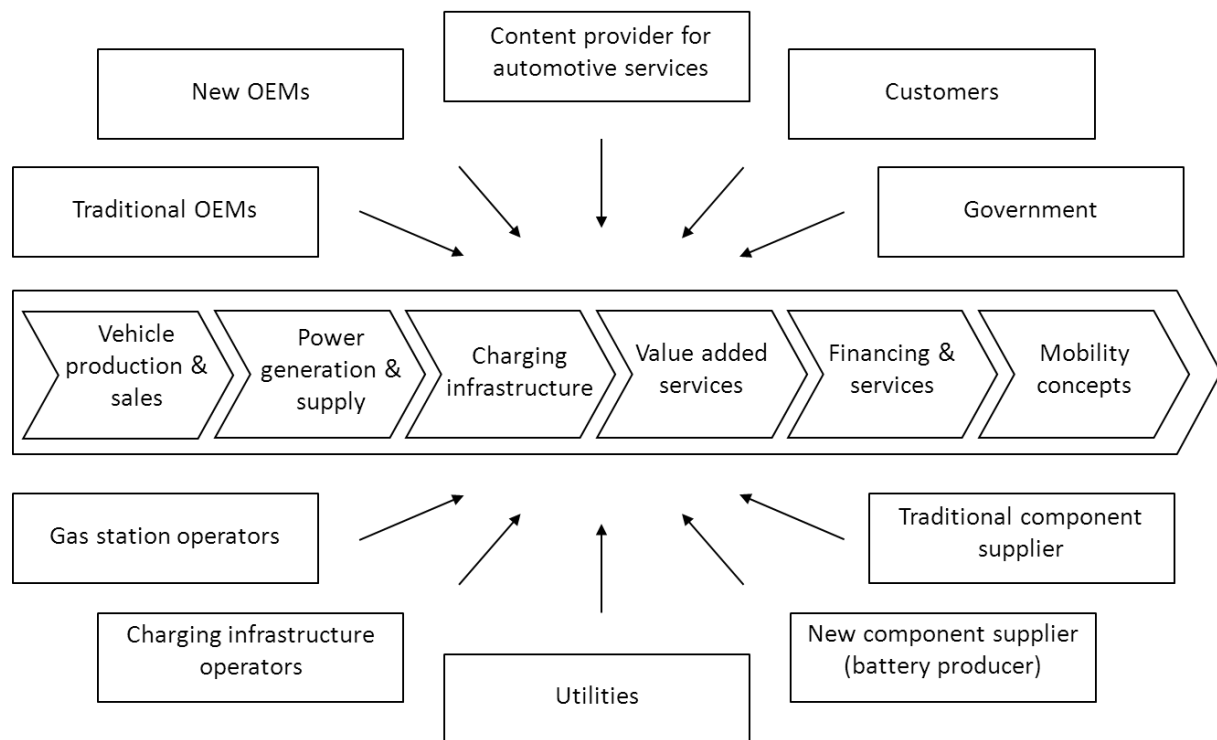
## **Abstract**

Information systems (IS) and information and communication technologies (ICT) play a key role in the applicability of E(lectro)-mobility for everyday use. Although there already exist various studies about single IS/ICT aspects of E-mobility, literature lacks of a holistic view. Our analysis and discussion sets up critical success factors (CSF) of interconnected IS infrastructure (IISI) for E-mobility. IISI represents a comprehensive IS approach for E-Mobility. We define IISI as the connection of the needed sub IS whereby each subsystem is dedicated to special purpose. With an adapted DeLone and McLean IS Success Model we identify, analyze and discuss certain CSF in line with the special characteristics of IS in E-mobility. We recommend these CSF as a basis for further research using qualitative and quantitative methods to support the evolution of E-mobility.

## **1 Introduction**

Mobility is an essential part of today's life, representing an urgent and necessary element for the modern society [16]. Due to reasons like increasing urbanization or flexibility for job activities the need for mobility is constantly growing. This need for more mobility is confronted with barriers like limited natural resources and environmental standards and requires new sustainable mobility concepts [15]. E-Mobility plays a central role when coping with these problems, manifesting in the form of increasing fuel prices or low-carbon policy.

Introducing E-mobility represents an extensive change in existing systems. While creating a basis for new services and possibilities new challenges induce a considerable impact on the value chain. As shown in Figure 1 new parties enter the value chain causing increased complexity, creating new interdependences and thus the requirement of new ways to process and exchange information.



**Figure 1: Value chain of E-mobility (own illustration; adopted from [13])**

IISI represents a key factor to realize a large scale introduction of E-mobility. Through connecting relevant systems and parties to one comprehensive system reliable utilization of E-mobility can be ensured. The purpose of our analysis is to create an understanding of such a comprehensive IS and to set up CSF of IISI for E-mobility. By adopting the updated DeLone and McLean IS Success Model we identify, analyze and discuss certain CSF in line with the characteristics of IS in E-mobility. Due to the novelty and complexity of the topic we stay on a high level of abstraction.

Section 2 provides basic knowledge on how a comprehensive IS can be seen in this context and presents the IS Success Model of DeLone and McLean which will serve as the theoretical foundation for our analysis and discussion. In section 3 the DeLone and McLean model is adapted to fit into the context of this paper. CSF are derived and discussed. Finally the results are concluded and further evaluation using qualitative and quantitative methods to support the evolution of E-mobility is recommended.

## 2 Theoretical Background

### 2.1 IISI for E-mobility

When considering E-mobility from a holistic point of view the sheer amount of involved parties, sectors and systems and their interdependences creates a complex structure which demands for a comprehensive system to process and deliver information. Most of these parties acted independent of each other in the past making the networking even more complex and challenging. As E-mobility is still at an early stage of development it lacks of research literature on a holistic level. Present literature mainly provides specialized investigations and pilot projects, e.g. for the charging processes. There is no unified understanding or definition of a comprehensive information system that considers all parts relevant to the provision of E-mobility. The demand for a comprehensive approach is present on a commercial level. This can be recognized through the consideration of several solutions that are currently presented by different IT companies [5] [6] [13]. Table 1 provides an overview of relevant IT technologies and IT services in the context of E-mobility.

<b>Charger and energy</b>	<b>Electric vehicle</b>	<b>User</b>
Authentication Billing Communication Content display Fraud prevention Energy management Demand side management Smart grid integration Meter data management	Onboard-units Dashboard driver interfaces PDA & mobile phone interfaces Telecommunication links Content display Car2X-communication	Self-care portal Booking & reservation Content ordering Charging interaction
<b>Customer care</b>	<b>Back office</b>	<b>Mobility and commerce</b>
Call center Breakdown & emergency handling	Billing CRM Reservation Inventory management Content distribution B2B-portals Security	Managed driving Telematics Content management Plug-in platform B2C / B2B solutions Business simulator

**Table 1: Overview of relevant IT technologies and IT services for E-mobility**  
(own illustration; adopted from [13])

In order to comply with these circumstances we propose a construct (IISI for E-mobility) which can be seen as a connection of several sub information systems whereby each of these subsystems is dedicated to a special purpose. As result one comprehensive system can be drawn. It processes the information of the tasks that are required to provide the utilization of E-mobility to the end-user [13].

Figure 2 represents one approach of IISI components playing a role in the E-mobility context in its currently arising form. While showing the interdependencies of the different IS among each other, it reflects the need of interaction between the different players along the E-mobility value chain and with this the need of new industrial and B2B standards. It is not

necessarily apparent how IS parts and responsibilities will be divided between the different players. The approach shows which part of the system can be accomplished by standard software elements and where new components have to be developed and established.

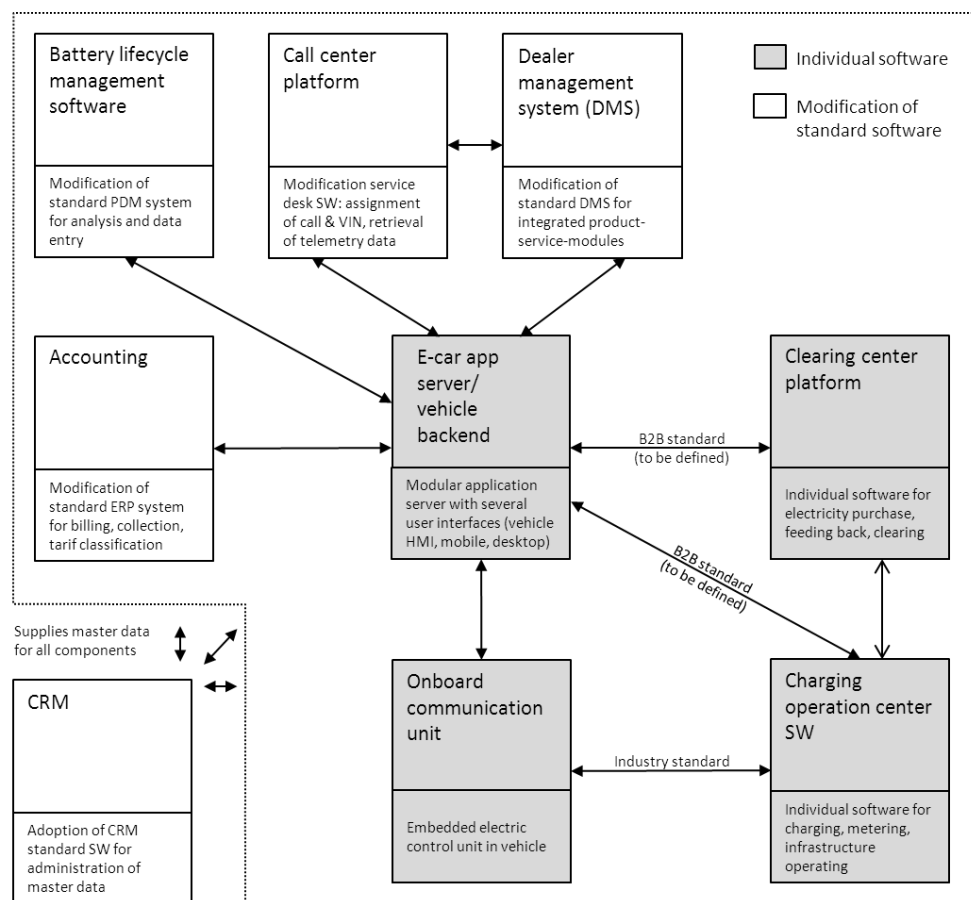


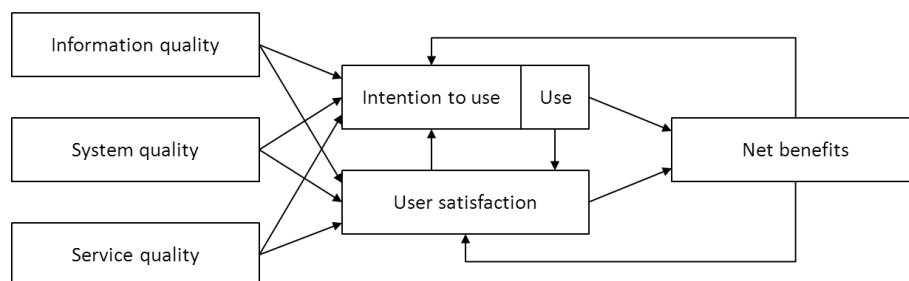
Figure 2: Example of an IISI architecture for E-Mobility (own illustration; adopted from [13])

## 2.2 The DeLone and McLean Information System Success Model

In 1992 DeLone and Mclean developed a model to measure the success of information systems which provided a comprehensive framework to measure the success on the basis of relevant factors [2]. The model was based on the communications theory research of Shannon and Weaver [12] as well as in advance on the research of Mason [10]. Empirical management information systems (MIS) research studies were applied and "a comprehensive, multidimensional model of IS success was postulated" [3]. Originally the factors of the model were divided into six success dimensions by which it was possible to indirectly measure the success of an information system.

In 2003 DeLone and McLean presented an updated version of their model [3]. Based on the research findings of other authors the dimensions of the IS success model were adjusted [2][3][4]. Originally the model consisted of 6 dimensions: system quality, information quality, use, user satisfaction, individual impact and organizational impact. Further research validated the correlation of these success dimensions [3]. Despite of this validation an additional dimension was added, the service quality. This adjustment was based on the findings of Pitt, Watson and Kavon [11] and other researchers [8][9][14]. Their findings

criticized that information success could be measured incorrectly if no factors for service quality were included. This concern was based on a possible product focused rather than service focused view when looking at the IS function. The two independent variables individual impact and organizational impact were aggregated to a more comprehensive construct, the net benefits. Through this adjustment the inclusion of the increasing number of possible influences such as individual, organizational or industrial impacts could be ensured. In this context DeLone and McLean relinquished the further use of the term impacts and replaced it with benefits. As the target variable was not always completely positive or negative a "net" was added prior to benefits. Based on this specifications DeLone and McLean request researchers to decisively determine the specific context the model is applied to. It has to be clarified what is defined as net benefits and for whom (e.g. designer, user) these benefits are valid. The level of analysis has to be addressed, concerning the point of view benefits are measure from (e.g. individual, organizational, industrial). Figure 3 shows the graphical conclusion of the updated DeLone and McLean model.



**Figure 3: The updated D&M IS success model (own illustration; adopted from [3])**

### 3 Model Adaption

#### 3.1 IS Success Model for IISI for E-mobility

IISI for E-Mobility as a whole differs from other systems in its complexity and its comprehensive requirements over a new value chain. It integrates industries that did not work together yet and did not have the necessity to deal with IS in that complexity and intensity (e. g. regarding security aspects). We adapt the updated DeLone und McLean IS success model. The modulation of the CSF educes from the specifics of E-mobility and its IS. We see this as a theoretical starting point to be proofed empirically. Due to the novelty and complexity of the topic we stay on a high level of abstraction. According to that the six success dimensions are applied to IISI for E-mobility as follows:

- System quality reflects the desired characteristics of IISI for E-mobility on a technical level. Security, Systems Integration, Modularity and Reliability are examples that are supposed to be relevant measures for the quality of IISI for E-mobility.
- Information quality captures the content issue of IISI for E-mobility. Amongst others the content issues assume to contain transparency, privacy, traceability and security.
- Service quality represents the assessment of the overall support for the user of IISI. Measures of service quality in this case hypothesize to include end2end competence, availability, transparency, trust and troubleshooting.

- Use measures the nature and amount of system use in all forms. Due to the complexity of IISI and to increase the expressiveness of the measurements the use of services is measured instead plain overall system measures. Duration of services used, medium of services used, number of services used, regulatory of services used, type of services used are measures for the use of IISI.
- User satisfaction measures the attitude of the stakeholders towards IISI for E-mobility and should reflect the whole customer experience. User satisfaction thus supposes to include ubiquity, holistic perception of the system, satisfaction with the system/information/service and fulfillment of expectations.
- Net benefits are still suggested to be the most significant CSF. They capture the positive and negative impacts on all stakeholders of IISI for E-mobility. We separate the net benefits into the different levels of individual, organizational, industrial and societal impact.

### **3.2 Metrics for IISI for E-mobility**

We complete the analysis and discussion by choosing measures that match in the new IS context. Therefore we combined individual measures from the IS success categories. [2] The proposed compilation of CSF provides a first basis to measure the success of IISI for E-mobility. For an overview of the chosen measures see Table 2.

#### **3.2.1 System Quality**

The applied factors for system quality consist of some CSF which were already used in the DeLone and McLean model [2] but we add additional CSF according to our context. System reliability, system flexibility, response time and ease of use represent the most important CSF. As the system represents the basis for a whole infrastructure system reliability plays a central role. Impairments of a IISI would ultimately impair the whole E-mobility infrastructure and reduce the usability to a minimum level. Especially in the early stage of E-mobility with low availability of charging stations and without a system directing routes along available charging stations the driving range would be reduced. The system flexibility is required to allow the changing or adding of functions and services. This is critical because the distribution of roles along the value chain of E-mobility is not established yet. A module principle is required to allow adaption of the system and also offer mobility providers to adapt their processes afterwards. Response time mainly focuses on the time a customer has to wait until his billing is finished or driving routes and the related driving range are computed. The response time should be as low as possible. The ease of use represents the easy use of the system with high relevance for the customer. The customer should not be burdened with complex control mechanism while using the system for charging, billing or requesting additional information. Additionally to these CSF we add some CSF which in the context of E-mobility are of major relevance. These are system scalability, system integration and security. As the amount of customers an E-mobility provider has to service in most cases will not be a constant number the system scalability represents a CSF. With a increasing number of customers the system has to be able to handle increased load. System integration represents the system's ability to be integrated into foreign systems. For example the integration into an enterprise system to allow a connection to scheduling making electric vehicles available at the right time or rent one for a specific amount of time. Security in such a comprehensive system is an CSF as it contains a large amount of critical information like

banking information and movement patterns as well as it offers many targets for attackers. Security becomes even more challenging as new parties are involved in the system which may have not focused on the topic security yet.

### **3.2.2 Information Quality**

This dimension encompasses the quality of information in the context of IISI for E-mobility. Beneath the content of the information the handling of the information is relevant. The CSF are considered from the customer's point of view as well as from the back-end user's point of view. From a customer's point of view as well as for back-end users the relevance, usefulness, reliability of information are crucial. Due to the complexity of the system it is important to only deliver relevant and useful information. This prevents the customer from being confused through irrelevant information which generates no gain for him. Back-end users are reliant on receiving relevant and useful information to not diminish their work efficiency. For a customer charging his vehicle at a charging station as well as for a backend user working on billing services, information on load balancing would not generate any value. The reliability of information is especially important for the customers as they rely information like pricing, routing or traveling time. If the system provides information that is not reliable, customers will stop trusting the information which could lead to the rejection of the whole system. Equally back-end users rely on the information the system provides while working on their jobs. This is especially important for the service employees as they are in direct contact with the customers. The correctness and accuracy of information has to be assured to provide system reliability. The information provided by the system has to be correct in terms of alteration and absence of errors. On the one hand to let the customers trust in the information and on the other hand to prevent negative aftereffects. Wrong charging point measurement data could let the customer feel deceived as well as it would lead to distorted billing processes and energy demand predictions for the provider. Accuracy plays a crucial role as information may be converted due to different systems of measurement in an international context. The information has to be accurate in terms of precision. As for most IT systems, privacy and the associated transparency are CSF for IISI for E-mobility. Privacy is required so that critical information is treated confidential and only authorized persons can access it. For example this would apply to banking information, movement or behavior patterns. A lack in privacy could lead to mistrust by the customers. Through the complexity of the system many different parties with different interests are involved creating a high potential for committing fraud [7]. In order to deal with this transparency is crucial especially for the back-end users. It has to be comprehensible where information goes to, how it is altered and who is responsible for actions concerning the information.

### **3.2.3 Service Quality**

The Service Quality measures proposed by DeLone and McLean 2003 are predicated on the SERVQUAL instrument. The SERVQUAL measures such as competence, trust and transparency suppose also to be valid for IISI for E-mobility. Of major importance in this context is the CSF competence. Because of the comprehensive and novel interaction of IISI coming into operation for E-mobility, it will be of high relevance if it will succeed to offer support for the customer along the process chain as a whole. Regarding the customer's experience it is important to get the required support for the product in terms of the "One face to the customer" principle. Answering questions along different levels from technical,

process-related and regulatory driven ones to questions concerning the IS system as well as the charging infrastructure or the electric vehicle itself presents a serious challenge. For this reason only a well-organized support level concept, that involves systematically all relevant parties in the background, will be able to fulfill the requirements of a competent support. To distinguish the holistic approach of the service concept we call this CSF end2end competence. The availability also represents a CSF of service success, because in case of problems or malfunction the customer has to keep the feeling of continuous usability of IISI and therewith the E-mobility itself. Particularly in the initial run of E-mobility it is supposed that the appearance of malfunctions could merely be avoided regarding the complexity and novelty of the product and the underlying system, processes and techniques. Therefore especially in those situations it is important to supply a highly available support to not compromise the success of the system as a whole through negative customer experience. As the use of the product is not limited in its temporal disposability, the same expectation will be adverted to the availability of the support, at least regarding critical malfunctions. Trust is another CSF form the SERVQUAL instrument, because the user has to know that he can rely on the support in case of a problem [1]. As in certain circumstances the usability of the product itself can be limited in case of malfunctions. An efficient and fast troubleshooting also represents a CSF for the service quality.

#### **3.2.4 Use**

Due to the chosen point of view that comprehends IISI for E-mobility as a whole follows the need to adequately abstract the use indicators. Measuring the use in terms of a single system access would not approve any relevant conclusion for the overall system. For this reason the use of the system is measured, compared and evaluated with the help of the services that are provided to the user. The number of the overall used services can give information about the use of the system as a whole. To accomplish comparability between different systems a distinction of the used types is important. Regarding the number and type of used services an inference to the impact of a single service to the overall system is drawn. The regularity of use provides an indication of the service relevance along time duration. It gives an additional hint to the constant importance of the regarded service. A decreasing frequency could for example be explained with initial curiousness but little impact for the entire use, thus possibly no or little additional value. Further relevance is assumed to be represented through the duration of service uses as well as the used frontend.

#### **3.2.5 User Satisfaction**

The user satisfaction concludes the attitude of the users towards the system. For this purpose a comprehensive image of the users' opinions is created. To measure the satisfaction several CSF from the dimensions system quality, information quality and service quality are chosen. These chosen CSF are combined with directly measurable factors to describe the comprehensive user satisfaction. In the dimension information quality this is measured by the difference between the expected information and the received information. In the dimension of service quality this is measured by the intensity a received service differs from the expected service. Through this comparison of expected and received values the fulfillment of expectations is derived. As additional CSF the perception of the system and the individual attitude are measured. To determine the perception of the system users are questioned if they perceive the system as comprehensive solution or just as single parts



and how this affects their use. Through the individual attitude it is determined if the users changed their attitude towards the system after using it. This attitude may be positive or negative.

### 3.2.6 Net Benefits

The net benefits depict to be the most important category for the CSF. Regarding IISI for E-mobility we adopt the differentiation between the levels of individual, organizational, industrial and societal impact. The following specific items are named below for IISI for E-mobility. On the individual level the IS-supported use of the product E-mobility enables mobility enhancement. Examples for this are distance optimization through pre journey remote climate control or the comprehension of charging stations when estimating remaining distances. Besides with these effects the user achieves time savings. Without IS-support invested time in daily routines would be higher. The IS support provides relevant information for the user acceptance of the product such as the accounting of electricity billing. With the possibilities of smart grid costs can be saved and at the same time sustainable behavior can be stimulated. One example for this is the so called vehicle-to-grid system that not only lets electricity flow from the car to the power lines but also back to the car for example to balance load peaks. IISI for E-mobility is an important part of the value chain. On the organizational level participation in the arising E-mobility value chain can be ensured through conceptualize, develop and operate IISI for E-mobility. We hypothesize a successful IISI might impact the market share and so imply financial aspects. Successfully IS supported E-mobility could have an important influence on the acceptance of E-mobility itself and therefore make a contribution to the market growth of the developing industry. From the social level IISI as an enabler of E-mobility helps to fulfill the necessary mobility change and therefore makes a contribution to more sustainability.

System quality	Information quality	Service quality
Ease of use Flexibility Reliability Response time Scalability Security Standardization Systems integration	Accuracy Correctness Privacy Relevance Reliability Transparency Usefulness	Availability End2end competence Responsiveness Troubleshooting Trust
Use	User Satisfaction	Net Benefits
Duration of services used Medium of services used Number of services used Regulatory of services used Type of services used	Individual attitude Perception of the system User satisfaction regarding - System - Information - Service	Individual impact: - Financial advantage - Extended mobility - High availability of information - Time saving Organizational impact: - Assurance of market share - Assurance of supply chain quota - Profit Industrial impact: - Market Growth Societal impact: - Enabling more sustainability

**Table 2: Metrics for IISI for E-mobility**

## 4 Conclusion and Outlook

This paper discusses and analyses critical success factors (CSF) of interconnected information system infrastructure (IISI) for E-mobility. We introduced the construct of IISI which represents a comprehensive IS approach for E-Mobility connecting all parts required for the provision of E-mobility to the end-user. This construct consists of several subsystems each dedicated to a special purpose. By using this construct we intend to meet the challenges arising from the emerging E-mobility value chain. Adapting the updated DeLone and McLean IS Success Model we identified, analyzed and discussed CSF in the context of IISI for E-mobility. For this purpose established factors from the original model as well as from the SERVQUAL instrument were analyzed and discussed. New factors with relevance to our context were added as well. The results were consolidated in an overview and represent a theoretical starting point to fill the lack of scientific studies regarding IISI for E-mobility as a whole.

For further research in this context we propose conducting expert interviews to complement, adjust and validate the CSF in a qualitative way. Second quantitative cause and effect models must be derived with quantitative data collection and analysis. Structural equation modeling is, e.g., an adequate methodology. Special attention should be paid to the fact that the success model itself is inherently complex, even without the addition of further measures to the dimensions. As a consequence the high empirical effort has to be taken into account in the planning phase of the success measurement. Getting deeper into the discussed topics there are connecting factors leading to further IS research topics. Regarding user satisfaction and use there can be referred to technology acceptance models. From the point of organizational and industrial benefits could be linked to integrated business models. Security aspects for IISI of E-mobility are a comprehensive field of research on its own.

## 5 Literature

- [1] Daskapan, S; Costa, A; Vree, W; Eldin, A (2004): Virtual Trust in Distributed Systems. In: Katsikas, S; Lopez, J; Pernul, G (Eds.), First International Conference TrustBus 2004: Trust and Privacy in Digital Business. Zaragoza, Spain.
- [2] DeLone, WH; McLean, ER (1992): Information Systems Success – The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research* 1(3):60-95.
- [3] DeLone, WH; McLean, ER (2003): The DeLone and McLean Model of Information Systems Success – A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems* 19(4):9-30.
- [4] DeLone, WH; McLean, ER (2004): Measuring e-Commerce Success – Applying the DeLone & McLean Information Systems Success Model. *International Journal of Electronic Commerce* 9(1):31-47.
- [5] Bosch, (2011): eMobility Solution. [http://www.bosch-si.com/emobility-solution\\_en.html](http://www.bosch-si.com/emobility-solution_en.html). Retrieval September 19, 2011.
- [6] IBM, (2011): Advanced Mobility – Key Technology Trends. [http://www-03.ibm.com/press/de/de/attachment/33730.wss?fileId=ATTACH\\_FILE2&fileName=advanced\\_mobility\\_technology.pdf](http://www-03.ibm.com/press/de/de/attachment/33730.wss?fileId=ATTACH_FILE2&fileName=advanced_mobility_technology.pdf). Retrieval September 19, 2011.

- [7] Jawurek, M; Johns, M (2010): Security Challenges of a Changing Energy Landscape. <http://www.e-ikt.de/binary.ashx/~default.download/430/security-challenges-of-a-changing-energy-landscape.pdf>. Retrieval September 19, 2011.
- [8] Kettinger, WJ; Lee, CC (1995): Perceived service quality and user satisfaction with the information services function. *Decision Sciences* 25:737-765.
- [9] Li, EY (1997): Perceived importance of information system success factors: A meta analysis of group differences. *Information & Management* 32(1):15-28
- [10] Mason, RO (1978): Measuring Information Output – A Communication Systems Approach. *Information Management* 5(1):219-234.
- [11] Pitt, LF; Watson, RT; Kavan, CB (1995): Service Quality – A Measure of Information Systems effectiveness. *MIS Quarterly* 19(2):173-188.
- [12] Shannon, CE; Weaver W (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana Illinois.
- [13] Siemens, (2011): eCar IT – Auswirkungen der Elektromobilität auf die IT. [http://www.it-brunch.net/fileadmin/assets/blickzurueck/events2011/05/S/eCar\\_IT.pdf](http://www.it-brunch.net/fileadmin/assets/blickzurueck/events2011/05/S/eCar_IT.pdf). Retrieval September 19, 2011.
- [14] Wilkin, C; Hewitt, B (1999): Quality in a respecification of DeLone and McLean's IS success model. In: Khozrowpour M (Eds.), *Proceedings of 1999 IRMA International Conference*. Hershey, Pennsylvania.
- [15] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2010): Systemanalyse BWe mobil. <http://wiki.iao.fraunhofer.de/images/studien/systemanalyse-bwe-mobil.pdf>. Retrieval September 19, 2011.
- [16] Zierer, MH; Zierer, K (2010): *Zur Zukunft der Mobilität: Eine multiperspektivische Analyse des Verkehrs zu Beginn des 21. Jahrhunderts*. 1. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.



# **Schema zur Ladeinfrastrukturbewertung für Elektromobilität**

**Tim Hoerstebroek**

OFFIS - Institut für Informatik, 26121 Oldenburg, E-Mail: [tim.hoerstebroek@offis.de](mailto:tim.hoerstebroek@offis.de)

**Axel Hahn**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Abteilung Business Engineering,  
26129 Oldenburg, E-Mail: [hahn@wi-ol.de](mailto:hahn@wi-ol.de)

## **Abstract**

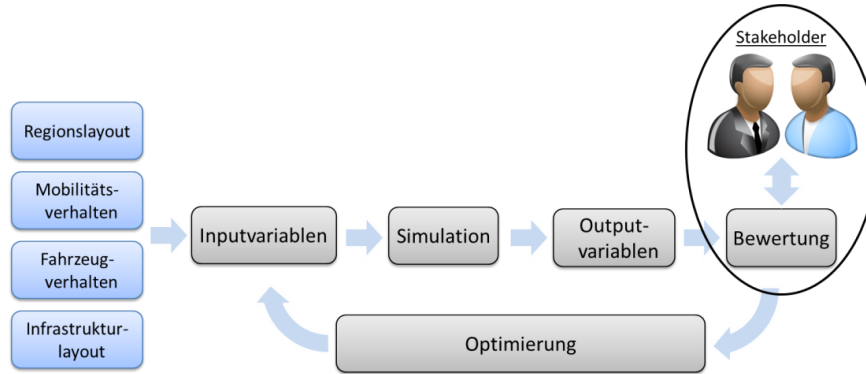
Elektromobilität verspricht eine erhöhte Lebensqualität des Nutzers in Hinblick auf emissions- und lärmärmeres Fahren. Diesen Potenzialen stehen jedoch diverse Hürden, wie z.B. kurze Reichweiten und lange Ladezeiten der Fahrzeuge entgegen. Der Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur zur Überwindung der Hürden wird von zum Teil konkurrierenden Interessengruppen beeinflusst. Um die Planung eines Ladeinfrastrukturlayouts zu unterstützen, existiert bereits ein agentenbasiertes Simulationsframework. Für die Bewertung des Infrastrukturlayouts aus Sicht mehrerer Stakeholder benötigt dieses Framework ein Bewertungsschema, das die Interessen der einzelnen Gruppen quantitativ abbildet. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung dieses Schemas inkl. dessen Formalisierung unter Zuhilfenahme einer durchgeführten Stakeholderanalyse.

## **1 Einleitung**

Der Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur ist ein wesentlicher Bestandteil zur Marktdurchdringung der Elektromobilität. Dieser ist mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden und muss Anforderungen mehrerer Interessengruppen effizient berücksichtigen. Die unterschiedlichen Zielkonflikte der Gruppen (z.B. eine hohe Verfügbarkeit an Ladestationen gegenüber einer höchstmöglichen Auslastung) müssen in den Aufbau eingehen. Ein weiterer Aspekt stellt die lange Amortisationsdauer dar, die sich durch die hohen Investitionskosten und den geringen Strompreisen ergibt. Diese steht einer flächendeckenden Installation entgegen [16].

Im Rahmen des vom BMVBS geförderten Bundesprogramms „Elektromobilität in Modellregionen“ wurde in der Modellregion Bremen/Oldenburg für die Untersuchungen von Verkehrskonzepten und Infrastrukturlayouts im Kontext der Elektromobilität ein agentenbasiertes Simulationsframework entwickelt. Bislang fehlte diesem Framework ein Bewertungsinstrument, das die Performanz der Ladeinfrastruktur beurteilt. Um zu diesen

quantitativen und qualitativen Aussagen zu gelangen, entwickelten wir ein Bewertungsschema, das die Ziele der beteiligten Interessengruppen geeignet abbildet. Für die Integration der Ergebnisse in die Simulation erfolgte die Identifikation der benötigten Modellparameter sowie die Formalisierung der Ergebnisse in Zielfunktionen. Bild 1 zeigt den Ablauf der Simulation und die Einordnung dieses Beitrags in den Gesamtkontext.



**Bild 1:** Aufbau der Simulationsablauf und Einordnung des Beitrags

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Abschnitt 2 erläutert die Stakeholderanalyse, die die Ziele der einzelnen Gruppen identifiziert und auf Grundlage aktueller Elektromobilitätsstudien durchgeführt wurde. Abschnitt 3 zeigt die Überführung dieser Ergebnisse in konkrete Kennzahlen und die Einordnung der Kennzahlen in einem geeigneten Bewertungsschema. Abschnitt 4 schließt den Beitrag mit einem Fazit und einem Ausblick ab.

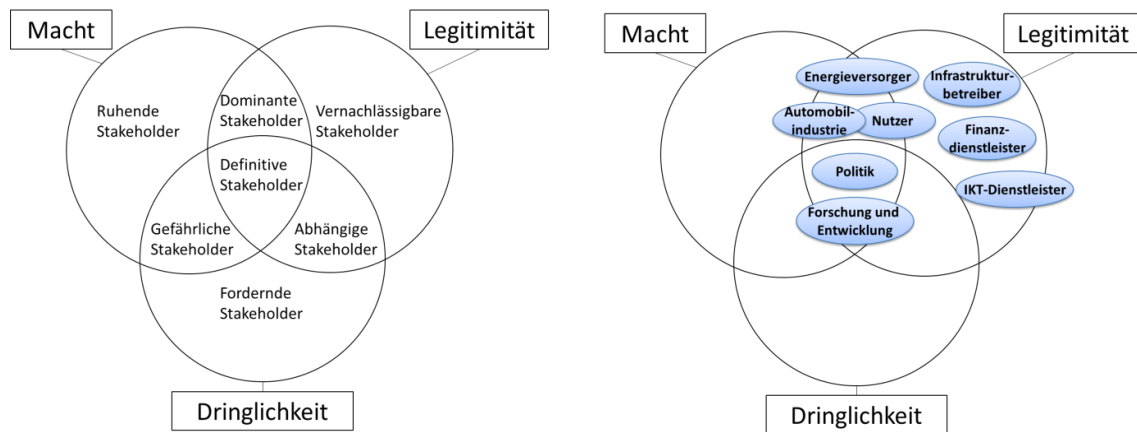
## 2 Stakeholderanalyse im Kontext der Elektromobilität

Zunächst wird in Abschnitt 2.1 der Begriff Stakeholder näher erläutert und die Problematik der Abgrenzung in der Literatur sowie das methodische Vorgehen bei der Identifizierung dargestellt. In Abschnitt 2.2 erfolgt die konkrete Identifikation der Stakeholder inkl. der Priorisierung. Zuletzt findet in Abschnitt 2.3 eine Bewertung der Ziele hinsichtlich deren Fokussierung auf die Ladeinfrastruktur statt.

### 2.1 Methodisches Vorgehen

Eine Stakeholderanalyse wird in frühen Phasen der Projektplanung durchgeführt und erfasst wichtige Personen oder Personengruppen und deren Einflussfaktoren auf das Projekt. Im Vordergrund steht die Einbeziehung der Erwartungen und Bedürfnisse der Interessengruppen, um mögliche Hindernisse in Bezug auf den Projektverlauf zu erkennen und eine übersichtliche Darstellung eines komplexen Zusammenhangs zu erhalten [24]. Es stellt sich die Frage, welche Stakeholder als relevant für den Projektverlauf anzusehen und mit welchem Aufmerksamkeitsgrad diese zu berücksichtigen sind.

Der angewandte Ansatz beruht auf der Arbeit von Mitchell et al. [15] (weitere Vorgehen sind [9,10,13,19] zu entnehmen). Eine Beurteilung der Stakeholder und der bedarfsgerechten Berücksichtigungsgrade ist unter den drei Dimensionen Macht, Legitimität und Dringlichkeit durchzuführen. Den einzelnen Dimensionen und deren Überschneidungen ordnen Mitchell et al. unterschiedliche Stakeholderklassen zu, für die sie unterschiedliche Normstrategien definierten (s. Bild 2 links).



**Bild 2:** Stakeholderklassen und die konkrete Einordnung der relevanten Stakeholder (in Anlehnung an Mitchell et. al [11,15])

## 2.2 Identifikation der Stakeholder und deren Wichtigkeit für die Elektromobilität

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Identifikation der Stakeholder und deren Einordnung in das dargestellte Schema (s. Bild 2 rechts) ein subjektiver Vorgang darstellt. Um dennoch ein objektives Bild zu schaffen, wurden aktuelle Studien und Beiträge zur Elektromobilität zur Strukturierung herangezogen [2,4,7,8,12,16–18,20].

Im Bereich der definitiven Stakeholder (Überschneidung aller drei Dimensionen) befinden sich die Politik und die Forschung und Entwicklung. Die Positionierung ist darin begründet, dass die politischen Entscheidungsträger sowohl Zugang zu Ressourcen zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten haben und die Legitimität besitzen diese Projektausschreibung zu tätigen. Durch das Ziel bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutsche Straßen zu bringen, ist ebenfalls die Dimension der Dringlichkeit gegeben. Durch die direkte Kopplung zwischen den Förderungsmaßnahmen der Politik und der Forschung- und Entwicklung, ergibt sich für diese die gleiche Einstufung.

Im Bereich der dominanten Stakeholder (Überschneidung Macht und Legitimität) wurden die Energieversorger, Automobilindustrie und Nutzer identifiziert. Diese spiegeln sich aus Sicht des Nutzers z.B. in dessen Kaufkraft und -willen von Elektrofahrzeugen und in der Nutzungsabsicht von bestimmten Dienstleistungen wider. Der Energieversorger und die Automobilindustrie stellen den nötigen Strom, die Fahrzeuge und ggf. die Ladeinfrastruktur zur Verfügung und stehen mit dem Nutzer im direkten Geschäftskontakt.

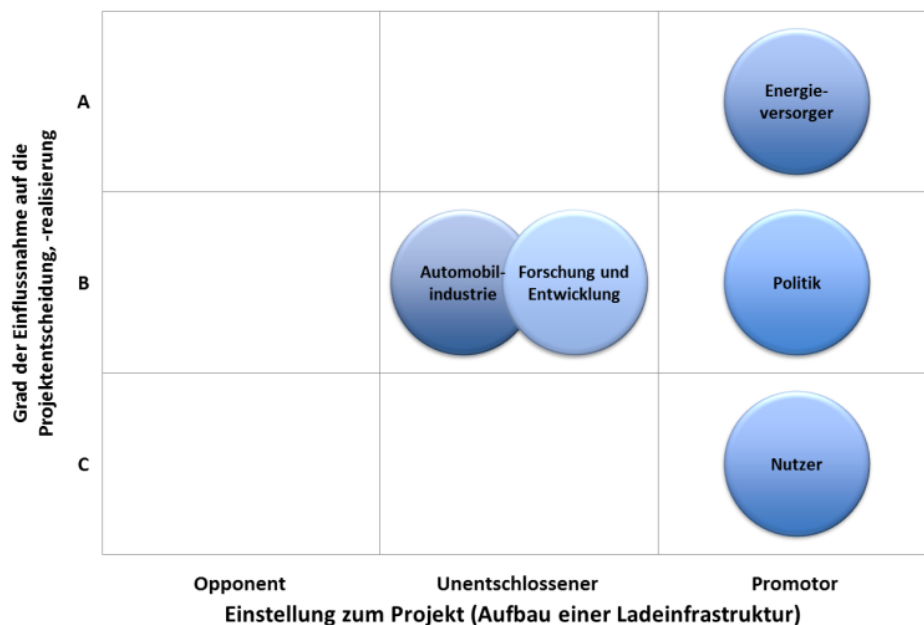
Die vernachlässigbaren Stakeholder (Dimension Legitimität) umfassen die IKT-Dienstleister, die Finanzdienstleister sowie die Infrastrukturbetreiber. Die Legitimität ist gegeben, da sie im Geschäftskontakt mit den anderen Stakeholdern stehen. Die fehlende Dimension Macht ist der Abhängigkeit der Dienstleister zu den Energieversorgern und der Automobilindustrie geschuldet.

## 2.3 Bewertung des Umfelds in Bezug auf dessen Einflussnahme auf den Erfolg der Elektromobilität

Dieser Abschnitt beschreibt die durchgeführte Promotorenanalyse zur Bewertung des Umfelds. Eine Promotorenanalyse wird im Projektmarketing eingesetzt, um die am Projekt beteiligten Interessengruppen zu priorisieren und die Strategien und Maßnahmen an dieses

Ranking auszurichten [1]. Ziel für diese Arbeit war es, die Einstellung eines Stakeholders zum Projekt (hier: Aufbau der Ladeinfrastruktur) im Verhältnis zu dessen Grad der Einflussnahme zu ermitteln. Auf dieser Grundlage identifizierten wir die Gruppen, die direkte Zielvorstellungen an die zu installierende Infrastruktur haben.

Drei verschiedene Kategorien (Promoter, Unentschlossen und Opponent) unterteilen die Interessengruppen (in Anlehnung an [1]). Diese bilden die Abszisse des Portfolios. Die Ordinate bildet den Einfluss auf das Projekt (Aufbau einer Ladeinfrastruktur) der Gruppen ab. Dieser reicht von der Kategorisierung A (starker Einfluss) bis C (geringer/keinen Einfluss). Bild 3 stellt das Ergebnis der Einordnung dar, die auf Grundlage einer detaillierten Analyse durchgeführt wurde (exklusive der vernachlässigbaren Stakeholder). Die folgenden Ausführungen fassen die Ergebnisse und die Begründungen der Einordnung zusammen.



**Bild 3: Stakeholder und ihre Einstellung zum Projekt (Aufbau einer Ladeinfrastruktur) im Verhältnis zum Grad der Einflussnahme**

Der Nutzer befindet sich im Bereich der Promotoren, da die Ladeinfrastruktur als Notwendigkeit für ein annähernd gleiches elektromobiles Mobilitätsverhalten im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen angesehen wird. Die Stellung als Promotor lässt sich durch die Ängste und Bedenken in Form von Wartezeiten, unzureichenden Reichweiten und Pannen sowie den daraus abgeleiteten Anforderungen an die Ladeinfrastruktur begründen [20]. Darüber hinaus existiert nicht bei jedem Nutzer der häusliche Zugang zu einer Lademöglichkeit. Aus diesen beiden Gründen resultiert der Wunsch nach einer hohen Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit durch eine zugängliche Ladeinfrastruktur [4,16]. Neben der Mobilitätsdeckung spielen ebenfalls Kostenfaktoren eine Rolle. Hier bestehen noch große Hürden. Laut der Nutzerbefragung von [2] ist 66% der Befragten die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs zu teuer. Ergänzend resultiert aus ökonomischen Analysen der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen, dass PKW-Nutzer aus Großstädten i.d.R. nicht ausreichend Kilometer zurücklegen, damit sich der Kauf eines Elektrofahrzeugs amortisiert. Auf den Aufbau, der Platzierung und technische Ausstattung hat der Nutzer keinen Einfluss (Gruppe C).



Die Interessengruppe mit dem stärksten Grad der Einflussnahme stellt die Gruppe der Energieversorger dar, die eindeutig als Promotoren einzustufen sind. Für die Energieversorger, genauso wie für die Automobilindustrie, stellt die Elektromobilität einen wichtigen Markt dar. Dies umfasst im Kern die Belieferung der Fahrzeuge mit Strom. Damit stehen direkte unternehmerische (ökonomische) Ziele hinter der Installation der Ladeinfrastruktur. Das Problem gerade bei öffentlichen Ladestationen liegt bei den hohen Investitionskosten (2.000 € - 20.000 € [16,23]) und bei dem niedrigen Strompreis (für Haushaltsstrom), der diese Kosten i.d.R. nicht deckt. Demzufolge ist eine rentable Ladeinfrastruktur mit einer hohen Auslastung und schnellen Amortisation von hohem Interesse. Zusätzlich ergibt sich eine Erweiterung der ursprünglichen Geschäftsfelder durch bspw. Dienstleistungen zur Sicherung der Mobilität [3], der V2G-Ansatz und/oder eine garantierte Versorgung der Ladestationen mit Strom aus erneuerbaren Energien [2].

Die Interessengruppen Automobilindustrie und Forschung und Entwicklung sind den „Unentschlossenen“ mit geringem bzw. indirektem Einfluss auf die Positionierung und die technische Ausstattung der Ladeinfrastruktur zuzuordnen. Diese lässt sich mit der Bereitstellung von Elektrofahrzeugen und deren technischen Eigenschaften (Reichweite, Ladedauer und Lebensdauer der Batterie) begründen [7,17,18,21,22]. Diese haben indirekt Einfluss auf die Notwendigkeit einer flächendeckenden Durchdringung der Infrastruktur, aber keinen Einfluss auf das Layout selbst. Zusätzlich haben die Gruppen durch die Standardisierungsprozesse indirekten Einfluss auf die technische Ausstattung der Ladestationen [8]. Bis auf der technischen Kompatibilität zwischen Fahrzeug und Ladestation ist keine Zieldefinition an das Infrastrukturlayout zu erkennen.

Die Politik ist ein weiterer Promotor mit mittlerem (indirektem) Einfluss. Der Status des Promotors erfolgt aus den Zielen der Emissionsreduzierung [6]. Der Einfluss der Politik liegt in der Schaffung rechtlicher und steuerlicher Rahmenbedingungen sowie in der Unterstützung der Forschung und Entwicklung. Diese Maßnahmen beeinflussen die anderen Stakeholder und den daraus resultierenden Infrastrukturaufbau. Über die Platzierung und Ausstattung der Ladeinfrastruktur hat sie ebenfalls nur indirekten Einfluss.

### **3 Bewertungsschema- und Zielfunktionsentwicklung zur Beurteilung von Infrastrukturlayouts**

Nachdem die Stakeholder und deren Interessen am Aufbau der Ladeinfrastruktur beleuchtet wurden, überführten wir die Ergebnisse in konkrete Fall- und Kennzahlen und ordneten diese in ein Bewertungsschema ein.

#### **3.1 Methodische Herleitung von Kennzahlen**

Kennzahlen und Kennzahlensysteme sind für ein breites Spektrum an Funktionen verwendbar (Siehe dazu [14]). Dienen Kennzahlensysteme als Maßstab zur Ableitung von Entscheidungen und Handlungen, werden diese Systeme als Steuerungsinstrument bezeichnet. Im Gegensatz verfolgen Kennzahlensysteme mit Informationszweck grundsätzlich die Bereitstellung von „Daten, die für das Handeln wichtig sind“ [14]. Im Fokus der Arbeiten stand die Entwicklung von Beurteilungsgrößen (Informationszweck). Die Bildung von Gliederungszahlen zur Einordnung von Einzelgrößen in Gesamtmengen sowie der

Einsatz von Kennzahlen für Vergleiche ermöglichen die Beurteilung angegebener Größen und geben Anhaltspunkte für deren Entwicklung. Dadurch können Ursachen gefunden und begründet werden.

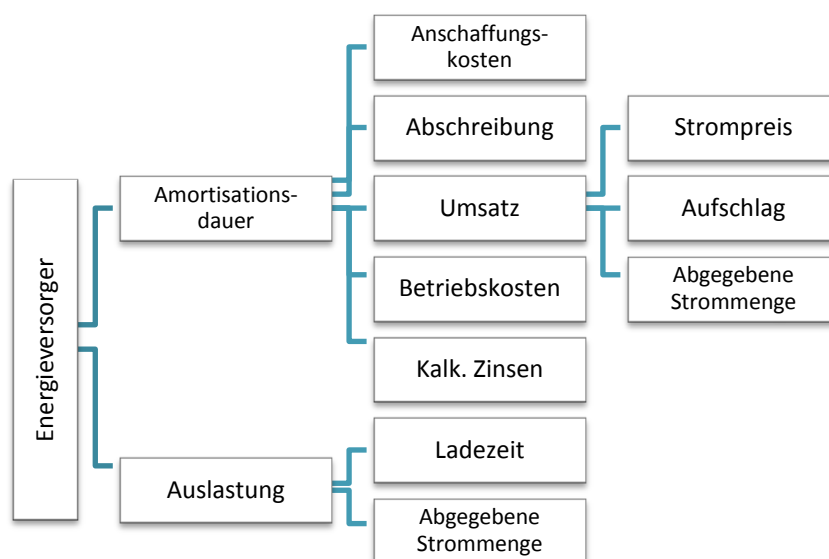
Zur Herleitung von Kennzahlen wurde die empirisch-induktive Gewinnung herangezogen. Die Entwicklung der Kennzahlen erfolgt aus empirischem Wissen oder Daten, wobei diese auf Expertenbefragungen, Plausibilitätsüberlegungen oder statistischen Auswertungen beruhen. Die Identifikation basierte auf der durchgeführten Stakeholderanalyse und den zugrundeliegenden Studien und Beiträgen.

### 3.2 Ableitung des Bewertungsschemas

Die Ableitung konzentriert sich im Folgenden auf die beiden Gruppen Nutzer und Energieversorger. Wie in Abschnitt 2.3 erläutert, ist der Energieversorger der Stakeholder mit dem größten Einfluss auf die Ladeinfrastruktur und ein klarer Promotor. Der Nutzer wurde in das Bewertungsschema mit aufgenommen, da eine direkte Abhängigkeit zwischen dessen Akzeptanz und dem Erfolg der Ladeinfrastruktur für den Energieversorger besteht. Die anderen Gruppen haben einen eher geringen bzw. indirekten Einfluss und wurden im Weiteren deshalb vernachlässigt.

#### 3.2.1 Energieversorger

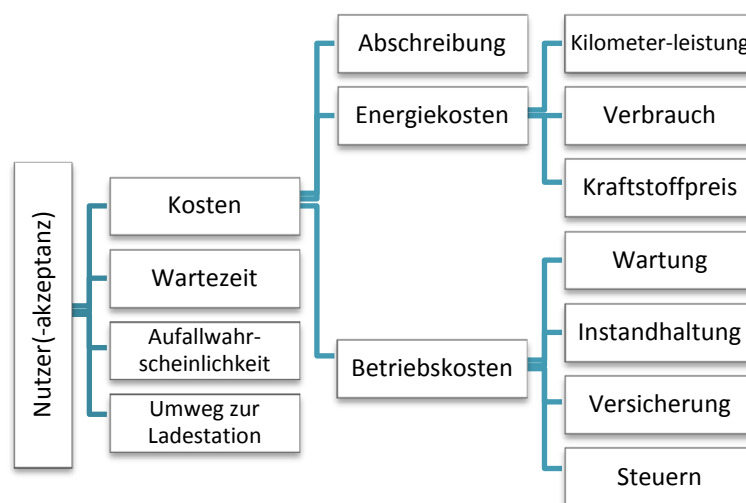
Die Anforderungen an die Ladeinfrastruktur seitens des Energieversorgers umfassen im Wesentlichen ökonomische Aspekte. Die Installation einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur erfordert hohe Investitionen. Die Stakeholderanalyse ergab, dass eine Balance zwischen den hohen Investitionen einer Ladeinfrastruktur und der hohen Verfügbarkeit zu finden ist (vgl. Abschnitt 2.3). Eine schnelle Amortisation und eine hohe Auslastung stellen als Ergebnis primäre Optimierungskriterien dar. Beide Aspekte bilden die oberste Stufe des Kennzahlensystems. Laut der Definition von Amortisationszeit (Relation von Anschaffungskosten zu jährlichen Rückflüssen inkl. Abschreibungen und kalk. Zinsen [5]) sowie der Auslastung wurden die entsprechenden Fallzahlen diesen Stufen untergeordnet. Das Ergebnis der Ableitung ist Bild 4 zu entnehmen.



**Bild 4:** Bewertungsschema des Energieversorgers

### 3.2.2 Nutzer

Oberste Anforderung des Nutzers an die Elektromobilität ist die Gewährleistung einer annähernd gleich komfortablen Mobilität wie sie heutige konventionelle Fahrzeuge bieten. Zu den Hürden, die einer Akzeptanz der Elektromobilität seitens des Nutzers entgegenstehen, gehören die geringe Reichweite und die hohen Kosten bei der Anschaffung und beim Betrieb der Fahrzeuge. Eine hohe Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten zur Deckung des Mobilitätsbedarfes ist erforderlich für Akzeptanzsteigerungen auf der Seite des Nutzers. Probleme mit der Verfügbarkeit lassen sich anhand drei Szenarien messen: (1) Der Nutzer muss an einer Ladestation warten, bis genug Energie vorhanden ist, um seine Fahrt durchführen zu können, (2) der Nutzer tritt seine Fahrt an, kann diese aber auf Grund unzureichender Energie nicht beenden (Ausfall) und (3) der Nutzer muss einen Umweg fahren/gehen, um sein Fahrzeug zu laden.



**Bild 5: Bewertungsschema des Nutzers**

Neben den Kosten fließen deshalb die Kennzahlen Wartezeit, Ausfallwahrscheinlichkeit und Umweg zu nächsten Ladestation in das Bewertungsschema ein. Bild 5 zeigt das komplette Bewertungsschema des Nutzers.

### 3.3 Ableitung von Zielfunktionen als Integrationsvorbereitung für das Simulationsframework

Um das Bewertungsschema in das Simulationsframework zu integrieren, überführten wir diese in formalisierte Zielfunktionen. Dazu erfolgte die Definition der formalen Elemente und Daten, die in die Simulation eingehen (Input) und die rudimentären Fallzahlen, die die Simulation berechnet (Output). Die abgeleiteten Zielfunktionen basieren auf diesen Daten und orientieren sich an der ersten Stufe des Bewertungsschemas.

#### 3.3.1 Simulationsvariablen

Der Input wird in vier Kategorien unterteilt: allgemeine, fahrzeug-, mobilitäts- und infrastrukturenspezifische Inputvariablen. Das Simulationsframework übernimmt die in Tabelle 1 dargestellten Variablen und führt die Fahrten sowie die Ladevorgänge (in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der Ladestationen) jedes Fahrzeugs durch. Währenddessen berechnet

das Programm die dynamischen Laufzeitparameter und legt diese nach der Simulation strukturiert ab. Die berechneten Daten (Outputdaten) stellt Tabelle 2 dar. Die Auflistung beinhaltet die Variablen, die für die Zielfunktionsentwicklung notwendig waren. Eine vollständige Übersicht ist auf Grund des Umfangs nicht gegeben.

Allgemeine Inputvariablen	
$ZR = ZP_{Ende} - ZP_{start}$	Zeitraum in min
$z$	kalkulatorischer Zinssatz
Fahrzeugspezifische Inputvariablen	
$f$	Index der Fahrzeuge
$F$	Anzahl der Fahrzeuge
$k_f$	Kapazität von Fahrzeug $f$ in kWh
$v_f$	Verbrauch von Fahrzeug $f$ in kWh pro km
$afa_f$	Abschreibung von Fahrzeug $f$ für den Zeitraum ZR
$b_f$	Betriebskosten für Fahrzeug $f$ für den Zeitraum ZR
Mobilitätsspezifische Inputvariablen	
$X_f = (x_f, y_f)$	Startcoordinate von Fahrzeug $f$
$Y_f = (a_f, b_f)$	Zielcoordinate von Fahrzeug $f$
$d(X_f, Y_f)$	Distanz zwischen Start und Ziel von Fahrzeug $f$
$ad_f$	Aufenthaltsdauer von Fahrzeug $f$ am Zielort
Infrastrukturspezifische Inputvariablen	
$l$	Index der Ladestationen
$L$	Anzahl der Ladestationen
$w_l$	Leistung von Ladestation $l$ in kW
$a_l$	Anschaffungskosten/Startwert von Ladestation $l$ am Anfang von Zeitraum ZR
$afa_l$	Abschreibung für Ladestation $l$ für den Zeitraum ZR
$rw_l = a_l - afa_l$	Restwert von Ladestation $l$ am Ende des Zeitraums ZR
$s$	Durchschnittlicher Strompreis im Zeitraum ZR
$t$	Durchschnittlicher Stromaufpreis im Zeitraum ZR
$b_l$	Betriebskosten für Ladestation $l$ im Zeitraum ZR

**Tabelle 1: Inputvariablen der Simulation**

Fahrzeugspezifische Outputvariablen	
$wd_f$	Wartedauer des Fahrzeugs $f$ im Zeitraum ZR
$cd_{fl}$	Ladedauer des Fahrzeugs $f$ an Ladestation $l$ im Zeitraum ZR
$d_f$	Gefahrene Distanz von Fahrzeug $f$
Infrastrukturspezifische Outputvariablen	
$ld_l$	Ladedauer von Ladestation $l$ im Zeitraum ZR

**Tabelle 2: Outputvariablen der Simulation**

### 3.3.2 Zielfunktionsableitung

Für den Energieversorger werden die Amortisationsdauer und die Auslastung der Ladestationen als Zielgrößen (im Folgenden mit E gekennzeichneten Formeln) benötigt. Als erste Zielfunktion erfolgt die Minimierung der Amortisationsdauer.

$$\min \left( \frac{\text{Anschaffungskosten}}{\text{Abschreibung} + \emptyset \text{ Gewinn} + \text{kalk. Zinsen}} \right)$$

Nach Einsetzung der konkreten Eingangs- und Ausgangsvariablen entsteht:

$$\min \left( \frac{\sum_{l=1}^L a_l}{\sum_{l=1}^L af a_l + (s + t) * \sum_{l=1}^L st_l - \sum_{l=1}^L b_l + \sum_{l=1}^L (a_l - rw_l) * \frac{z}{2}} \right) \quad (\text{E1})$$

Für die abgegebene Menge an Strom der Ladestation  $st_l$  gilt:

$$st_l = w_l * ld_l$$

Als zweites gilt es die Auslastung der Ladestationen zu maximieren:

$$\max \left( \frac{\sum \frac{\text{Ladedauer von Ladestation } l}{\text{Betrachtungszeit}}}{\text{Anzahl Ladestationen}} \right) * 100 [\%]$$

Mit den konkreten Variablen gilt:

$$\max \left( \frac{\sum_{l=1}^L \left( \frac{ld_l}{ZR} \right)}{L} \right) \quad (\text{E2})$$

Für den Nutzer ergeben sich die vier Bereiche Kosten, Wartezeit, Umweg und Ausfallwahrscheinlichkeit als Zielgrößen (im Folgenden mit N gekennzeichneten Formeln).

Die Kosten als erste Zielgröße bestehen aus Abschreibungen, Energiekosten und Betriebskosten. Die Energiekosten sind abhängig vom Verbrauch der Fahrzeuge, der nachgefragten Menge an Strom und dem Strompreis. Die Betriebskosten beinhalten Kosten für die Wartung, Instandhaltung, Versicherung und Steuern. Es gilt für den Nutzer die Summe dieser Kosten zu minimieren.

$$\min \left( \sum_{f=1}^F (ge_f * t + e_f * s + b_f + af a_f) \right) \quad (\text{N1})$$

Die erhaltene Energie  $ge_f$  ist die Energie, die das Fahrzeugs  $f$  durch die Betankung an Ladestationen erhalten hat. Die Berechnung erfolgt laut folgender Formel:

$$ge_f = \sum_{l=1}^L cd_{fl} * w_l$$

Die verbrauchte Energie  $e_f$  ist abhängig davon, ob das Fahrzeug sein Mobilitätsverhalten abdecken konnte oder ob vor oder nach der Zielankunft die Energie für die Weiterfahrt nicht mehr ausgereicht hat. Es gilt:

$$e_f = \begin{cases} k_f, & k_f - d(X_f, Y_f) * v_f < 0 \\ k_f - d(X_f, Y_f) * v_f + g e_f, & k_f - d(X_f, Y_f) * v_f \geq 0 \text{ und } k_f - d(X_f, Y_f) * v_f * 2 + g e_f < 0 \\ d(X_f, Y_f) * v_f * 2, & k_f - d(X_f, Y_f) * v_f \geq 0 \text{ und } k_f - d(X_f, Y_f) * v_f * 2 + g e_f \geq 0 \end{cases}$$

Die Simulation berechnet die zweite Zielgröße Wartezeit direkt. Die Minimierung lautet:

$$\min \left( \sum_{f=1}^F w d_f \right) \quad (\text{N2})$$

Der Umweg der Fahrzeuge als dritte Zielgröße ergibt sich aus der Subtraktion der eigentlichen Strecke zum Zielort und zurück  $d(X_f, Y_f)$  von der vom Simulationsframework aufgezeichneten zurückgelegten Strecke der Fahrzeuge  $d_f$ . Die Zielfunktion lautet:

$$\min \left( \sum_{f=1}^F (d_f - d(X_f, Y_f)) \right) \quad (\text{N3})$$

Die Ausfallwahrscheinlichkeit als letzte Zielgröße ist abhängig von der Relation der verbrauchten Energie  $e_f$  und der benötigten Energie  $ne_f$ . Der Ausfall  $bd_f$  von Fahrzeug  $f$  wird wie folgt beschrieben:

$$bd_f = \begin{cases} 0, & e_f \leq ne_f \\ 1, & e_f > ne_f \end{cases}$$

Es gilt:

$$ne_f = d(X_f, Y_f) * v_f * 2$$

Für die Zielfunktion der Ausfallwahrscheinlichkeit

$$\min \left( \frac{\text{Anzahl ausgefallener Fahrzeuge}}{\text{Anzahl sämtlicher Fahrzeuge}} \right)$$

ergibt sich für die konkreten Variablen:

$$\min \left( \frac{\sum_{f=1}^F bd_f}{F} \right) \quad (\text{N4})$$

## 4 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag wurden auf Grundlage einer Stakeholderanalyse die unterschiedlichen Interessengruppen der Elektromobilität untersucht und relevante Bewertungsmetriken und Zielfunktionen abgeleitet. Diese dienen als Erweiterung eines existierenden Simulationsframeworks zur Bewertung von Ladeinfrastrukturlayouts. Die Stakeholderanalyse basierte auf aktuellen Elektromobilitätsstudien, um ein objektives Bild der beteiligten Interessengruppen

zu erhalten. Es stellte sich heraus, dass Energieversorger und Nutzer relevante Akteure innerhalb der Simulation darstellen und diese zum Teil konfliktäre Ziele haben. Diese resultieren aus dem Spannungsfeld der geringen Rentabilität der Ladestationen und dem Bedarf an einer adäquat ausgebauten Ladeinfrastruktur. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Interessenslagen nicht vollständig objektiv zu erfassen sind und sich im Laufe der Zeit aufgrund von z.B. technischen und sozio-ökonomischen Bedingungen zum Teil drastisch ändern können. Daher sind diese Ziele in regelmäßigen Abständen auf Korrektheit zu prüfen. Des Weiteren müssen die Ziele z.B. in eine einheitliche Nutzenskala übertragen werden, um den Trade-off Rentabilität und Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur bewerten zu können. Damit wird die Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Szenarien gewährleistet sowie eine weitere Verwendung in nachgelagerten Verfahren (z.B. Kosten-Wirksamkeits-Analysen) ermöglicht. Zudem können auf dieser Grundlage auch Optimierungsalgorithmen entwickelt werden, die auf Grundlage der dargestellten Eingangsparameter und der entwickelten Zielfunktionen Optimierungen des Systems durchführen. Die Herstellung der Vergleichbarkeit der Ziele und der darauf aufbauenden Optimierung der Infrastrukturlayouts sind Gegenstand der zukünftigen Forschungsarbeiten.

## 5 Literatur

- [1] Adler A; Freidrich D; Kreßmann M; Verspohl O (2005): Projektmarketing. In: Litke H (Hrsg.), *Projektmanagement: Handbuch für die Praxis; Konzepte - Instrumente - Umsetzung*. Hanser, München [u.a.].
- [2] Arnold H; Kuhnert F; Kurtz R; Bauer W (2010): Elektromobilität. Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand. [www.iao.fraunhofer.de/images/downloads/elektromobilitaet.pdf](http://www.iao.fraunhofer.de/images/downloads/elektromobilitaet.pdf). Abgerufen am 23.11.2011.
- [3] Benjamin Wagner vom Berg; Köster F; Gómez JM (2010): Automotive. Elektromobilität: Gegenwart oder Zukunft? Förderung der Elektromobilität durch innovative Infrastruktur- und Geschäftsmodelle. In: Schumann M; Kolbe LM; Breitner MH; Frerichs A (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*. Universitätsverlag Göttingen.
- [4] Biere D; Dallinger D; Wietschel M (2009): Ökonomische Analyse der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 33(2):173-181.
- [5] Blohm H; Lüder K; Schaefer C (2006): Investition. Schwachstellenanalyse des Investitionsbereichs und Investitionsrechnung. 9. Auflage. München.
- [6] Bundesministerium für Umwelt NuR (2011): Klimaschutzpolitik in Deutschland. [http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale\\_klimapolitik/doc/5698.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/5698.php). Abgerufen am 21.12.2011.
- [7] Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2010): Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann. Status Quo - Herausforderungen - offene Fragen. Springer, Berlin.
- [8] Deutsche Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. [http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler\\_entwicklungsplan\\_elektromobilitaet.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf). Abgerufen am 21.12.2011.
- [9] Donaldson T; Preston LE (1995): The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence, and Implications 20(1):65-91.

- [10] Freeman RE (1984): Strategic management. Pitman, Boston.
- [11] Gerum JK (2009): Stakeholder-Management bei Projektentwicklungsunternehmen im Bauwesen. vdf Hochschulverl. AG an der ETH, Zürich.
- [12] Hoberg P; Leimeister S; Jehle H; Krcmar H (2010): Elektromobilität 2010. Grundlagenstudie zu Voraussetzungen der Entwicklung von Elektromobilität in der Modellregion München.  
[http://www.fortiss.org/fileadmin/user\\_upload/FB3/Grundlagenstudie\\_Elektromobilitaet2010\\_fortiss\\_final.pdf](http://www.fortiss.org/fileadmin/user_upload/FB3/Grundlagenstudie_Elektromobilitaet2010_fortiss_final.pdf). Abgerufen am 23.11.2011.
- [13] Janisch M (1993): Das strategische Anspruchsgruppenmanagement: von Shareholder Value zum Stakeholder Value. Haupt, Bern [u.a.].
- [14] Küpper H (2005): Controlling: Konzeption, Aufgaben, Instrumente. 4. Auflage. Schäffer-Poeschel.
- [15] Mitchell RK; Agle BR; Wood DJ (1997): Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts 22(4):853-886.
- [16] Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) (2011): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht\\_emob\\_2.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht_emob_2.pdf). Abgerufen am 21.12.2011.
- [17] Oliver Wyman (2009): Oliver Wyman-Studie „Elektromobilität 2025“. Powerplay beim Elektrofahrzeug. [http://www.oliverwyman.com/de/pdf-files/ManSum\\_E-Mobility\\_2025.pdf](http://www.oliverwyman.com/de/pdf-files/ManSum_E-Mobility_2025.pdf). Abgerufen am 23.11.2011.
- [18] Pehnt M; Höpfner U; Merten F (2007): Elektromobilität und erneuerbare Energien. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/elektromobilitaet\\_ee\\_arbeitspapier.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/elektromobilitaet_ee_arbeitspapier.pdf). Abgerufen am 21.12.2011.
- [19] Savage GT; Nix TW; Whitehead CJ; Blair JD (1991): Strategies for assessing and managing organizational stakeholders 5(2):61-75.
- [20] Schenk M; Seidel H; Ebert R (2010): Konfiguration einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Industrie Management 26(6):53-56.
- [21] Scherfke S; Schütte S; Wissing C; Niesse A; Tröschel M: Simulationsbasierte Untersuchungen zur Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz. In: Kreusel JW (Hrsg.), *E-Mobility. Technologien - Infrastruktur - Märkte; VDE-Kongress 2010 Leipzig, 8. - 9. November 2010 Congress Center Leipzig; Kongressbeiträge*. VDE-Verl, Berlin.
- [22] Schill W (2010): Elektromobilität: Kurzfristigen Aktionismus vermeiden, langfristige Chancen nutzen. [http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.358259.de/10-27-1.pdf](http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.358259.de/10-27-1.pdf). Abgerufen am 21.12.2011.
- [23] Spath D; Bauer W; Rohfuss F; Voigt S; Rath K (2010): Strukturstudie BWe mobil - Baden-Württemberg auf dem Weg in die Elektromobilität. <http://www.iao.fraunhofer.de/images/studien/strukturstudie-bwe-mobil.pdf>. Abgerufen am 23.11.2011.
- [24] Tiemeyer E (2005): Projektumfeldanalyse - Stakeholdermanagement. In: Litke H (Hrsg.), *Projektmanagement: Handbuch für die Praxis; Konzepte - Instrumente - Umsetzung*. Hanser, München [u.a.].



# Ökonomische Bewertung von Vehicle-to-Grid in Deutschland

**David Ciechanowicz**

TUM CREATE Centre for Electromobility, 637459 Singapore,  
E-Mail: david.ciechanowicz@tum-create.edu.sg

**Martin Leucker**

Universität zu Lübeck, Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen, 23562 Lübeck,  
E-Mail: leucker@isp.uni-luebeck.de

**Martin Sachenbacher**

Technische Universität München, Institut für Informatik, 85748 Garching,  
E-Mail: sachenba@in.tum.de

## Abstract

Vehicle-to-Grid (V2G) beschreibt das Konzept der Speicherung von Energie in den Akkupacks von Elektrofahrzeugen sowie der bedarfsorientierten Rückeinspeisung dieser Energie in das Stromnetz. Das Ziel dieser Arbeit liegt in der Bewertung des potentiellen, zu erwirtschaftenden Gewinns durch die Nutzung von V2G auf unterschiedlichen Energiemärkten in Deutschland auf Basis von Energiemarktdaten des Jahres 2009. Zu diesem Zweck wurden die verschiedenen Energiemärkte in Deutschland analysiert und auf Basis eines statischen Kostenmodells ein neuartiges Microsoft Excel-basiertes Tool namens Vehicle-to-Grid Profit Agent entwickelt, das die flexible Auswertung verschiedener V2G-Szenarien erlaubt.

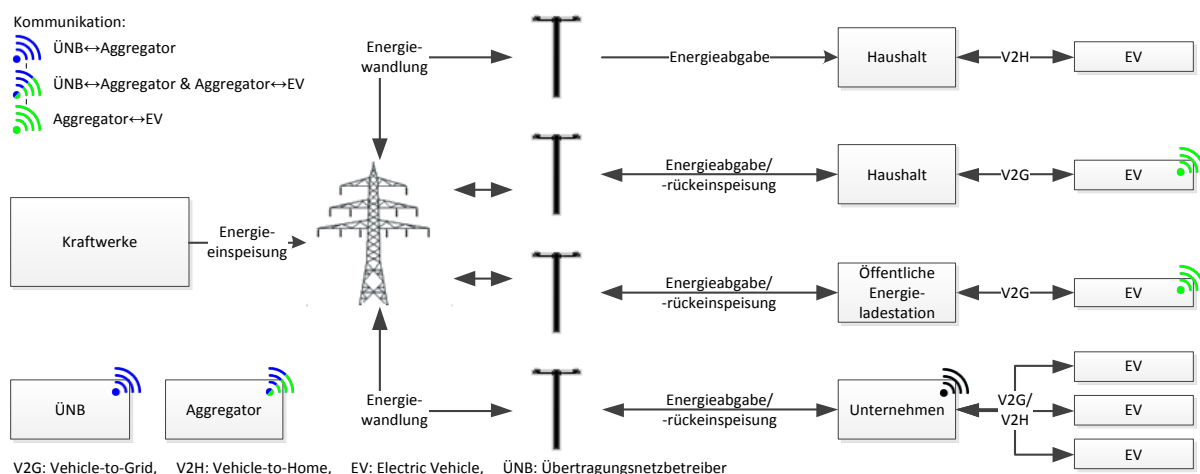
## 1 Motivation

Nahezu der gesamten motorisierten Individualmobilität liegt ein Antrieb auf Kraftstoffbasis zu Grunde. Mit dem Elektroantrieb steht eine effiziente alternative Antriebstechnologie bereit, deren Einsatz zu lokal emissionsfreien *Elektrofahrzeugen (EV)* führt. Die Nutzung der Energiespeicher der EVs während der, nicht ihrem Primärzweck des Transports dienenden, Zeit, stellt eine sinnvolle Maßnahme für eine mögliche Amortisation der hohen Investitionskosten dar. *Vehicle-to-Grid (V2G)*, also die Rückeinspeisung der in den EVs gespeicherten Energie in das Stromnetz, stellt eine solche vielversprechende sekundäre Nutzungsmöglichkeit dar.

Es ist Gegenstand dieser Arbeit, die erforderlichen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche wirtschaftliche Umsetzung von V2G als Bindeglied der anerkannten Notwendigkeit und der demonstrierten Funktionalität zu untersuchen. Hierfür wird die in [5] und [19] beschriebene US-amerikanische Studie auf deutsche Verhältnisse übertragen und das vorgestellte Kostenmodell auf Daten verschiedener Energiemärkte in Deutschland angewandt. In Kapitel 2 wird zunächst das V2G-Konzept an sich beschrieben. Kapitel 3 ist den Energiemärkten, auf denen Besitzer V2G-fähiger EVs agieren können, gewidmet. In Kapitel 4 wird das ganzheitliche statische Kostenmodell aus [5] vorgestellt, auf das die Energiemarktdaten mittels des entwickelten und in Kapitel 5 präsentierten *V2G Profit Agents (V2GPA)* angewandt werden. Nachdem in Kapitel 6 ein Gesamtfazit gezogen wird, schließt Kapitel 7 die Arbeit mit einem Ausblick auf zukünftige Untersuchungen ab.

## 2 Vehicle-to-Grid

V2G bezeichnet das Konzept der bedarfsorientierten Rückeinspeisung der in den Akkupacks der EVs gespeicherten Energie ins Stromnetz. V2G wurde erstmals 1997 in [3] erwähnt, ist seitdem Gegenstand intensiver Forschung und die theoretische Nützlichkeit eines solchen Konzepts für ein stabileres und qualitativ hochwertigeres Stromnetz hinreichend untersucht [2][4][5][9][19]. Nicht zuletzt konnte der Konzeptstatus von V2G durch die Demonstration funktionsfähiger Prototypen abgelegt werden [1][9][14]. Die Idee hinter dem V2G-Konzept sieht vor, dass die Akkupacks in Zeiten geringer Energienachfrage geladen werden und ihre Energie im Bedarfsfall ins Stromnetz zurückspeisen. Die hierfür zu schaffenden fahrzeugseitigen wie infrastrukturellen Voraussetzungen können in [4] und [14] nachgelesen werden. Der Bedarf für ein solches Konzept liegt in der Tatsache begründet, dass das Stromnetz lediglich eine vernachlässigbar kleine inhärente Energiespeichermöglichkeit bietet und zu jedem Zeitpunkt exakt so viel Energie produziert werden muss wie verbraucht wird. Ferner können EVs die zeitweise überschüssig produzierte Energie der Kraftwerke – vor allem der stärker schwankenden erneuerbaren Energien wie Wind- und Sonnenkraft – in Zeiten geringen Energiebedarfs temporär speichern (Grid-to-Vehicle, G2V).



**Bild 1:** Das V2G-Konzept – Energie- und Kommunikationsflüsse

Bild 1 zeigt schematisch das V2G-Konzept. Energie wird in Kraftwerken produziert, über Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsleitungen bis zu den Haushalten bzw. Unternehmen geführt und entweder für den hier nicht weiter betrachteten Eigenbedarf (*Vehicle-to-Home, V2H*) genutzt oder bedarfsorientiert zurück in das Stromnetz gespeist. Die dargestellte Kommunikation verläuft hierbei über einen Aggregator - ein Mittelsmann zwischen den Besitzern der EVs und den *Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB)*, der die EVs zu einer in [9] und [10] beschriebenen virtuellen Fahrzeugflotte (*Electric Vehicle Virtual Power Plant, EV-VPP*) zusammenfasst und die aggregierte Energie bedarfsorientiert bereitstellt.

### 3 Energiemärkte

Der Einsatz von V2G kann auf unterschiedlichen, nach ihrer Lastart in Grund-, Mittel- und Spitzenlast sowie Regelleistung zu differenzierenden Energiemärkten erfolgen. Der Energiehandel erfolgt deutschlandweit meist über die European Energy Exchange [17]. Dies führt dazu, dass regional unterschiedliche Szenarien, obwohl durch ihre sehr spezifische Erzeugungs-, Speicherungs- und Verbrauchssituation höchst interessant, nicht differenziert betrachtet werden können. Die für die vorliegende Studie verwendeten Energiemarktdaten sind aus dem Jahr 2009 und entstammen [12][13][18][20][21].

#### 3.1 Grundlast

Die minimale, zu keinem Tageszeitpunkt unterschrittene, benötigte Energiemenge wird als Grundlast bezeichnet und hatte 2009 einen Anteil von 75,15 % am gesamtdeutschen Energieverbrauch. Die Energie wird mit etwa 4 Ct/kWh am preisgünstigsten in lastmäßig schwer herauf- oder herunterregelbaren Atom- oder Braunkohlekraftwerken erzeugt. Durch V2G kann in diesem Markt prinzipiell kein Profit erwirtschaftet werden, da die durch V2G verkaufte Energie zu mindestens demselben Preis zzgl. Steuern und Abgaben erworben wurde [15].

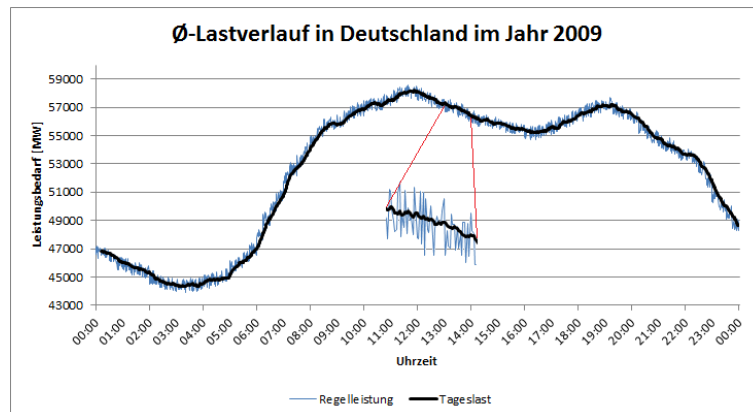
#### 3.2 Mittel- und Spitzenlast

Neben der über eine längere Zeit konstanten Grundlast bedarf es zur Deckung des variablen Energiebedarfs einer Mittel- und Spitzenlast. Diese hatte 2009 bei einem jahresdurchschnittlichen Preis von 4,68 Ct/kWh einen Anteil von 23,28 % am gesamtdeutschen Energieverbrauch. Der kontinuierlich variierende Leistungsbedarf aller Verbraucher ist mit einer sehr geringen Fehlerquote zu jedem Tageszeitpunkt prognostizierbar und wird daher, im Vergleich zur Grundlast, lediglich durch einen geringfügig höheren Preis vergütet. Eine, mit einer Standardabweichung von 19,4, über das Jahr betrachtete hohe Preisvolatilität, könnte diesen Markt für V2G interessant werden lassen. In Ermangelung entsprechender Daten kann keine Unterscheidung zwischen Mittel- und Spitzenlast, sondern lediglich zwischen den beiden Zeiträumen *On-Peak* (von 8 bis 20 Uhr) und *Off-Peak* (von 20 bis 8 Uhr) erfolgen.

#### 3.3 Regelleistungen

Regelleistungen, einen Anteil von 1,56 % am gesamtdeutschen Energieverbrauch 2009 haltend, wahren die Zuverlässigkeit und die Stabilität des Stromnetzes durch den kontinuierlichen Ausgleich des Energieangebots und der -nachfrage. Kraftwerke bzw. Generatoren stellen in stufenweise unterschiedlicher Geschwindigkeit Energie zur Glättung

der sich aus dem Energieverbrauch ergebenden Lastkurve sowie zur Anpassung der Netzspannung und -frequenz zur Verfügung. Die Abweichung kann sowohl negativer (die Nachfrage übersteigt das Angebot, Heraufregulierung erforderlich, V2G) als auch positiver (das Angebot übersteigt die Nachfrage, Herabregulierung erforderlich, G2V) Natur sein. Bild 2 veranschaulicht diese Abweichungen graphisch anhand der durchschnittlichen Leistungsbedarfskurve in Deutschland im Jahr 2009. Es ist zu erkennen, dass Regelleistungen zu jedem Tageszeitpunkt in Anspruch genommen werden, um Frequenzschwankungen auszugleichen. Im Gegensatz zum normalen Lastgang erhöht sich der Bedarf an Regelleistungen nicht notwendigerweise in Spitzenlastzeiten.



**Bild 2: Durchschnittlicher Lastverlauf in Deutschland im Jahr 2009**

Es wird, je nach Schnelligkeit und Dauer der Zurverfügungstellung von Energie, zwischen der *Primär-* (PRL), *Sekundär-* (SRL) und *Tertiärregelleistungsart* (MRL) unterschieden [22]. Die Vergütung lag 2009 in positiver Energieflussrichtung je nach Regelleistungsart und Zeitpunkt durchschnittlich zwischen 15 und 44 Ct/kWh. Der Anbieter von PRL wird bereits für das Anbieten von Leistung bezahlt (*Leistungspreis*, LP), ohne tatsächlich Energie in das Stromnetz einzuspeisen. Neben einem LP erhält der Anbieter von SRL und MRL eine zusätzliche Vergütung für die tatsächlich bereitgestellte Energiemenge (*Arbeitspreis*, AP). Die entsprechenden LPs und APs können Tabelle 1 entnommen werden. Neben den vergleichsweise hohen LPs und APs sowie der, vor allem bei der Vergütung der SRL auftretenden, hohen Standardabweichung ist dieser Markt für V2G von besonderem Interesse. In Tabelle 2 finden sich der gesamtdeutsche Bedarf an Regelleistung und -energie für das Jahr 2009, gegliedert nach Regelleistungsarten sowie nach negativer und positiver Energieflussrichtung. Die Daten beider Tabellen finden in den Berechnungen von Kapitel 5 Verwendung.

Kenn- zahl	PRL		SRL		MRL	
	LP [€/MWh]	AP [€/MWh]	LP [€/MWh]	AP [€/MWh]	LP [€/MWh]	AP [€/MWh]
	Neg / Pos	Neg / Pos	Neg / Pos	Neg / Pos	Neg / Pos	Neg / Pos
Min.	19,92 / 19,92	n.V.	0,56 / 5,83	0 / 57	0 / 0	0 / 0
Max.	48,17 / 48,17	n.V.	40,98 / 24,03	480 / 620	741,86 / 102,09	1.000 / 3.000
Ø	20,08 / 20,08	n.V.	9,18 / 10,55	25,42 / 152,51	31,23 / 9,01	32,22 / 439,09
Stdev.	---	---	3104 / 1087	54 / 71	110 / 71	90 / 344

**Tabelle 1: Leistungs- und Arbeitspreise der Regelleistungen in Deutschland im Jahr 2009**

Bereich	Kenn- zahl	PRL	SRL	MRL	Gesamt
		Neg / Pos	Neg / Pos	Neg / Pos	Neg / Pos
Leistung [MW]	Min.	660 / 660	660 / 500	869 / 958	2.189 / 2.118
	Max.	705 / 705	1.798 / 980	2.087 / 1.367	4.590 / 3.052
	Ø	672 / 673	1.096 / 763	1.222 / 1.176	2.991 / 2.612
Energie [GWh]	Σ	n.V.	4.809,15 / 2.577,72	1.339,70 / 336,08	3.469,45 / 2.913,80

Tabelle 2: Regelleistungs- und -energiebedarf in Deutschland im Jahr 2009

## 4 Kostenmodell

In diesem Kapitel wird das in [4][5][19] beschriebene ganzheitliche Kostenmodell vorgestellt. Auf dieses Modell werden in Kapitel 5 im Gegensatz zum ursprünglich Ansatz der Nutzung von US-amerikanischen Energiemarktdaten die in Kapitel 3 dargestellten Energiemarktdaten angewandt. Das Modell besteht aus Gleichungen für erzielbare Umsätze  $U_{Ges}$  sowie für anfallende Kosten  $K_{Ges}$  und dient der Bestimmung des möglichen Gewinns  $G_{Ges}$  entsprechend Gleichung (1). Die angegebenen Gleichungen wurden unverändert den oben angegebenen Ausführungen entnommen; lediglich die vorkommenden Parameter wurden neu bezeichnet. Die Bedeutung der einzelnen Parameter kann dem Symbolverzeichnis entnommen werden. Ein alternatives Kostenmodell ist in [7] dargelegt. Aufgrund vereinfachter, weniger realistischer Annahmen gegenüber dem Modell aus [5] wird letzterem der Vorzug ein-geräumt.

$$G_{Ges} = U_{Ges} - K_{Ges} \quad (1)$$

### 4.1 Umsätze

Die Umsätze, die durch das Anbieten von Energie mittels V2G seitens des Anbieters der Energie zu erwirtschaften sind, setzen sich aus den Umsätzen im Leistungs- und Arbeitsbereich zusammen. Der Leistungsbereich definiert die dem Abnehmer potenziell zur Verfügung gestellte und vertraglich vereinbarte Leistungsmenge  $E_L$  sowie den zugehörigen Leistungspreis  $P_L$ .  $E_L$  ist das Produkt aus der vertraglich vereinbarten und vorgehaltenen Leistung  $L_L$  sowie der Zeitdauer der Bereithaltung dieser Leistung  $t_L$ . Der Arbeitsbereich definiert die tatsächlich geflossene Energiemenge  $E_A$  sowie den zugehörigen Preis  $P_A$ , nach dessen Produkt der Anbieter vergütet wird.  $E_A$  ist die Summe der Produkte aus der tatsächlich genutzten Leistung  $L_A$  sowie der Zeitdauer der Nutzung  $t_A$ . Der Gesamtumsatz  $U_{Ges}$ , der der Summe der Umsätze beider Bereiche entspricht, ist in Gleichung (2) angegeben.

$$U_{Ges} = (P_L \cdot E_L) + (P_A \cdot E_A) = (P_L \cdot L_L \cdot t_L) + \left( P_A \cdot \sum_{i=0} L_{A,i} \cdot t_{A,i} \right) \quad (2)$$

Die detaillierte Ausführung von Gleichung (2) und damit die Gleichung zur Berechnung der Umsätze ist in Gleichung (3) dargestellt. Auf eine erneute Herleitung sei an dieser Stelle verzichtet und auf [5] verwiesen.

$$U_{Ges} = \left( \min \left\{ U \cdot I \cdot \sqrt{S}, \frac{\left( E_{Akk} \cdot T - \frac{d_d + d_p}{F} \right)}{t_A^{max}} \cdot \eta_{el} \right\} \cdot t_L \right) (P_L + P_A \cdot V_{LA}) \quad (3)$$

## 4.2 Kosten

Die Kosten  $K_{Ges}$ , die dem Anbieter durch die Abgabe von Energie mittels V2G entstehen, setzen sich aus den variablen Kosten  $k_{var}$  je abgegebenen Energieeinheit  $E_A$  sowie den fixen Ausrüstungskosten  $K_{fix}$  zusammen. Die Berechnung der Gesamtkosten erfolgt entsprechend Gleichung (4). Die aufzuwendenden Kosten für den Bereich der Heraufregulierung bestehen aus den genannten Kostenanteilen. Bei der Herabregulierung sind diese gleich Null, da der Energiefluss vom Abnehmer zum Anbieter stattfindet (G2V) und dieses Szenario dem normalen Ladevorgang entspricht, der unabhängig von einer V2G-Teilnahme stattfindet.

$$K_{Ges} = (k_{var} \cdot E_A) + K_{fix} \quad (4)$$

Die detaillierte Ausführung von Gleichung (4) und damit die Gleichung zur Berechnung der Kosten ist in Gleichung (5) dargestellt. Auf eine erneute Herleitung sei auch an dieser Stelle verzichtet und auf [5] verwiesen.

$$K_{Ges} = L_L \cdot t_L \cdot V_{LA} \cdot \left( \frac{k_E}{\eta_{Umw}} + \frac{K_{Akk}^{fix} + K_{Arbeit}}{Z \cdot E_{Akk} \cdot T} \right) + K_0 \cdot \frac{d}{1 - (1 + d)^{-n}} \quad (5)$$

## 5 Vehicle-to-Grid Profit Agent

Auf Basis des vorgestellten Kostenmodells wurde ein neuartiges Microsoft Excel-basiertes Software-Tool namens V2G Profit Agent (V2GPA) entwickelt, das eine bisher nicht mögliche schnelle, flexible und einfach zu benutzende Auswertung verschiedener V2G-Szenarien ermöglicht. Innerhalb des V2GPA können die zugrunde gelegten Daten einfach gegen individuell benötigte Daten oder gar solche anderer Länder ausgetauscht werden. Abschnitt 5.1 gibt einen Überblick über den Aufbau des V2GPA. Nachdem in Abschnitt 5.2 eine ergebnisorientierte Auswertung der Anwendung des Kostenmodells aus Kapitel 4 auf die Energiemarktdaten aus Kapitel 3 erfolgt, wird in Abschnitt 5.3 eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

### 5.1 Überblick

Der V2GPA besteht aus mehreren Arbeitsblättern. Bild 3 zeigt einen Überblick über die V2G-Gewinnermittlung ausgewählter Szenarien. Die Darstellung ist zeilenbezogen in die Ebenen Kosten, Umsätze und Gewinne gegliedert, wovon aus Platzgründen lediglich die Kosten dargestellt sind. Nach einer Beschreibung der in den Gleichungen aus Kapitel 4 verwendeten Parameter in den Spalten A bis G erfolgt eine Bestimmung der Werte aller Parameter für verschiedene Lastarten in den Spalten J bis V; allesamt im unten näher erläuterten Average-Case. Neben der in Bild 3 nicht-sichtbaren PRL, SRL und MRL wurden aus Vergleichbarkeitsgründen und zur Verifikation des V2GPA zusätzlich die Werte für den US-amerikanischen Primärregelmarkt aus [5] in Spalte M angegeben. Einer Definition der jeweiligen Einheit der Parameter in Spalte X folgen in Spalte Z und AA Verweise auf den im Arbeitsblatt *Wertebereich* dargestellten sinnvollen Wertebereich der einzelnen Parameter.

Der durch eine V2G-Nutzung zu erwartende Gewinn im Bereich der Regelleistungen sowie der On- und Off-Peak Mittel- und Spitzenlast wurde in einem *Worst- (WC)*, *Best- (BC)* und *Average-Case-Szenario (AC)* betrachtet. Dem AC-Szenario liegen in Deutschland im Jahr 2009 tatsächlich realisierte Ausprägungen der einzelnen Parameter zugrunde. Die beiden erstgenannten Szenarien basieren auf diesen Daten und wurden sowohl in positiver als auch negativer Energieflussrichtung aus Anschaulichkeitsgründen der Abweichungen vom erwarteten AC-Szenario entsprechend den Angaben des Arbeitsblatts Wertebereich variiert. Das Eintreten ist unter den aktuell gegebenen Umständen höchst unwahrscheinlich. Daher sollte stets auf das AC-Szenario zurückgegriffen und, wie im Fall des zusätzlich dargestellten *eE-Tour-Cases*, dieses auf die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. Mit dem eE-Tour-Case, einem modifizierten AC-Szenario basierend auf echten Daten des eE-Tour Allgäu-Projekts [16], wurde exemplarisch der praktische Nutzen einer V2G-Nutzung aufgezeigt.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	X	Y	Z	AA
1										TEST (mit SB)	TEST (ohne SB)	[KeTo05a]		Einheit				Sinnvoller Wertebereich Von Bis
2																		
3																		
4	Kosten	$K_{\text{Ges}} = k_E \cdot E_L \cdot V_{\text{La}} \cdot \left( \frac{k_E}{\eta_{\text{Strom}}} + \frac{K_{\text{Akku}}^{\text{fix}} + K_{\text{Akku}}^{\text{fix}}}{Z \cdot E_{\text{Akku}} \cdot T} \right) + K_0 \cdot \frac{d}{1 - (1 + d)^{-n}}$																
5																		
6																		
7	Kosten, die in der Gesamtheit zu investieren sind	$K_{\text{Ges}}$	$k_{\text{Strom}}$							7794,51	7794,51	2450,48	€					
8	Kosten, die variabel pro kWh anfallen									0,45	0,45	0,21	€/kWh					
9	Kosten für die Energie pro kWh									0,2282	0,2282	0,1	€/kWh				0,18256	0,27384
10	Wirkungsgrad der Energieumwandlung vom Stromnetz zum EV und wieder zum Stromnetz									0,73	0,73	0,73					0,657	0,803
11	Kosten, die variabel für die Abnutzung des Akkupacks anfallen									0,1409	0,1409	0,0752	€/kWh					
12	Kosten für einen Akkupackersatz (Material- und Lohnkosten)									17115	17115	9890	€					
13	Kosten, die fix für das Akkupack anfallen (Materialkosten)									16875	16875	9590	€				3000	78000
14	Kosten für Löhne für einen Akkupacktausch (Lohnkosten)									240	240	300	€				150	350
15	Energiemenge, die sich kumuliert über die Lebensdauer des Akkupacks ergibt									121500	121500	131520	kWh					
16	Zyklenfestigkeit des Akkupacks									6000	6000	6000					500	8000
17	Energiemenge, die das Akkupack durch eine vollständige Ladung aufnehmen kann									22,5	22,5	27,4	kWh				10	65
18	Entladungstiefe des Akkupacks, für die die Zyklenfestigkeit gilt									0,9	0,9	0,8					0,8	1
19	Energiemenge, die tatsächlich geflossen ist									16568,66	16568,66	10091,52	kWh					
20	Kosten, die fix für die Ausrüstung anfallen									281,17	281,17	309,22	€					
21	Kosten für die Anfangsinvestition in die Ausrüstung									1500	1500	1900	€				0	5000
22	Diskontierungssatz, mit dem die Anfangsinvestition abgezinst wird									0,1	0,1	0,1					0,05	0,15
23	Anzahl der Jahre, nach der der Break-Even erreicht wird									8	8	10					6	10
24																		

**Bild 3:** Ausschnitt des V2GPA-Arbeitsblatts für die Darstellung der V2G-Gewinnermittlung

Der in [4][5][19] angegebene und im V2GPA ebenfalls aufgeführte Fall des US-amerikanischen Energiemarkts übertrifft die Annahmen des BC z.T. deutlich und unterscheidet sich von den in dieser Arbeit im AC verwendeten Daten im Wesentlichen durch die folgenden vier Faktoren:

- Der für den US-amerikanischen Energiemarkt angenommene Preis für die zuvor gekaufte Energie  $k_E$  liegt mit 0,1 €/kWh um rund 55 % unter dem hier angenommenen durchschnittlichen Strompreis in Deutschland im Jahr 2009.
- Der US-amerikanische Leistungspreis  $P_L$  liegt zwischen 25 und 400 % über den Leistungspreisen der entsprechenden Regelleistungsarten in Deutschland.
- Bei den fixen Materialkosten für das Akkupack  $K_{\text{Akku}}^{\text{fix}}$  wird von 300 statt wie im V2GPA angegebenen AC von 1.000 €/kWh ausgegangen.
- Der Wert der angenommenen Zyklenfestigkeit  $Z$  wurde dreifach höher als im AC angesetzt. Dies erscheint für die Annahme sehr kurzer Lade-/Entladezyklen möglich, jedoch kann dieser Wert in Ermangelung entsprechender Studien nur als BC angenommen werden. In [6] wurden die Auswirkungen von V2G auf die Zyklenfestigkeit von Lithium-Ionen-basierten Akkupacks untersucht.

## 5.2 Ergebnisse

Mittels des V2GPA konnten die Möglichkeiten zur Gewinnerzielung nach dem in Kapitel 4 dargestellten Kostenmodell in einer WC-, BC- und AC-Betrachtung für den Markt der Regelleistungen sowie der On- und Off-Peak Mittel- und Spitzenlast in Deutschland für das Jahr 2009 aufgezeigt werden. Die Resultate der Untersuchungen sind für die einzelnen Lastarten in Form von jährlichen Gewinnen je EV in Tabelle 3 dargestellt. Energie und Leistung wurden über das ganze Jahr hinweg angeboten und nicht durch einen monetären Grenzwert, der den Handel von V2G profitabel gestalten würde, beschränkt. Je nach Fahrzeugkonfiguration unterschiedliche Grenzwerte können innerhalb des V2GPA mittels der in Abschnitt 5.3 beschriebenen *Zielwertsuche* bestimmt werden. Auf eine Untersuchung der Auswirkung einer, bei einer Einführung einer großen<sup>1</sup> Anzahl an EVs eintretenden, Sättigung des Marktes auf die Gewinnerzielungsmöglichkeiten sei verzichtet und auf die Ausführungen in [8] verwiesen.

Lastart	Jährliche Gewinne je EV in... [€]							
	...negativer Energieflussrichtung (V2G)				...positiver Energieflussrichtung (G2V)			
	BC	AC	WC	eE-Tour	BC	AC	WC	eE-Tour
PRL	4.556	-11.437	-48.078	-6.320	20.240	3.327	1.065	3.327
SRL	0	-32.507	-58.455	-20.227	22.932	4.275	765	4.275
MRL	23.627	-2.614	-7.264	-406	12.622	1.621	189	2.220
On-Peak	0	-50.319	-161.313	-66.425	---	---	---	---
Off-Peak	0	-51.283	-163.199	-68.460	---	---	---	---

**Tabelle 3: Mit V2G erzielbare Gewinne je EV pro Jahr in Deutschland im Jahr 2009**

Die Ergebnisse zeichnen ein gänzlich anderes Bild als die in [4][5][19] angegebenen. Dort konnte in jedem Bereich des US-amerikanischen Energiemarkts ein drei- bis vierstelliger Gewinn in US-Dollar pro Jahr erwirtschaftet werden. Dass das am deutschen Energiemarkt nicht möglich ist, liegt im Wesentlichen an den in Abschnitt 5.1 angegebenen Faktoren. Diese gravierenden Unterschiede lassen die Zukunft von V2G in Deutschland in einem weniger überzeugenden Licht erscheinen. Die Auswirkungen einer möglichen zukünftigen Änderung der genannten Parameter werden in Abschnitt 5.3 behandelt.

Auf Basis der genannten Sachverhalte, der Werte aus Tabelle 3 und dem Wissen um die Bedeutung des WC und BC bleibt festzuhalten, dass sich der Verkauf von Energie in negativer Energieflussrichtung (V2G) derzeit lediglich in Ausnahmefällen finanziell lohnt. Für die positive Energieflussrichtung (G2V) gilt, dass EVs nicht nur kostenlos geladen werden können, sondern hierbei noch einen Betrag erwirtschaften, der je Regelleistungsart im durchschnittlichen Fall zwischen 1.621 und 4.275 € liegt. Kann das V2G-Angebot eines EV nicht vom G2V-Angebot entkoppelt werden, so bedarf es genauer Analysen, unter welchen Bedingungen sich der kombinierte Einsatz lohnt. Im Fall der für das eE-Tour-Projekt angenommenen Daten ergäbe sich für den MRL-Einsatz bei einem G2V-Umsatz von 2.220 € und einem V2G-Umsatz von -406 € ein Gesamtgewinn von 1.814 €.

<sup>1</sup> In weiteren Berechnungen konnte ermittelt werden, dass die Sättigungsmenge im Regelleistungsmarkt in Deutschland im Jahr 2009 je nach Fahrzeugkonfiguration durchschnittlich zwischen 0,62 und 1,24 Mio EVs lag.



### 5.3 Sensitivitätsanalyse

Durch die Microsoft Excel-Basis steht dem V2GPA unter anderem die Funktion der Zielwert-suche zur Verfügung. Hierdurch ist es möglich, eine Grenzbetrachtung der Ergebnisse durchzuführen und Break-even-Points für jeden Energiemarkt für einzelne Parameter zu bestimmen. Die zuvor klare Aussage, dass sich der Verkauf von Energie in negativer Energieflussrichtung (V2G) derzeit lediglich in Ausnahmefällen finanziell lohnt, ist so nicht länger aufrecht zu erhalten. Durch das Verändern jeweils eines, sich besonders auf das Gewinnerzielungspotenzial auswirkenden, Parameters, kann der zum Erreichen der Gewinnschwelle notwendige Wert dieses Parameters ceteris paribus bestimmt werden. Tabelle 4 zeigt die zum Erreichen der Gewinnschwelle notwendige Ausprägung einzelner Parameter für verschiedene Energiemärkte auf Basis des zugrunde gelegten AC Energieflussrichtung (V2G).

Die Werte in Tabelle 4 zeichnen ein eindeutiges Bild. Soll die Gewinnschwelle erreicht werden, so darf  $k_E$  ceteris paribus nicht nur nicht-existent, sondern muss sogar negativ sein. Bis auf den Markt der MRL gilt dies ebenfalls für  $K_{Akku}^{fix}$ . Die Zyklusfestigkeit ist ebenfalls nur auf diesem Markt ein ausschlaggebender Faktor. Auf den anderen Märkten kann die Gewinnschwelle durch alleinige Variation dieses Parameters nicht erreicht werden. Die für eine Zielerreichung notwendige alleinige Erhöhung des jahresdurchschnittlichen LPs und APs liegt im Bereich von 69 % für den  $P_L$  der MRL und reicht bis zu 3.216 % für den  $P_A$  der SRL. Bis auf den Markt der MRL, bei dem die notwendigen Soll-Werte unter den in Abschnitt 3.3 aufgeführten und in Deutschland im Jahr 2009 realisierten Maximalwerten liegen, lässt sich auf den hier dargestellten Energiemärkten durch alleinige Veränderung eines Parameters kein Gewinn erzielen. Allein eine mittels des V2GPA einfach zu realisierende Kombination aus einer Reduzierung der Höhe der kostenverursachenden Parameter sowie einer gleichzeitigen Erhöhung der LPs und APs würde das Erreichen der Gewinnschwelle ermöglichen.

Parameter	Kennzahl <sup>2</sup>	PRL	SRL	MRL	On-Peak	Off-Peak
Var. Energiekosten ( $k_E$ )	Ist [€/kWh]	0,2282	0,2282	0,2282	0,2282	0,2282
	Soll [€/kWh]	-0,2757	-0,3686	-0,0347	-0,3907	-0,3791
Fix. Akkupackkosten ( $K_{Akku}^{fix}$ )	Ist [€/kWh]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Soll [€/kWh]	-242,46	-471,47	351,82	-526,13	-497,42
Zyklusfestig-keit (Z)	Ist [€/kWh]	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
	Soll [€/kWh]	---	---	5576	---	---
LP ( $P_L$ )	Ist [€/kW/h]	0,02008	0,00918	0,03123	0	0
	Soll [€/kW/h]	0,08911	0,20538	0,05284	0,84785	0,83190
AP ( $P_A$ )	Ist [€/kWh]	0	0,02542	0,03222	0,03088	0,04683
	Soll [€/kWh]	0,69025	0,84290	0,39232	0,87873	0,87873

**Tabelle 4: Break-even-Points für ausgewählte Parameter auf den einzelnen Energiemärkten**

<sup>2</sup> Ist beschreibt den aktuellen Wert des entsprechenden Parameters im AC, Soll den Wert, den der entsprechende Parameter im AC ceteris paribus annehmen muss, um die Gewinnschwelle zu erreichen.

## 6 Fazit

Ein wirtschaftlicher Einsatz von V2G scheitert in den meisten untersuchten Szenarien aktuell an einem zu hohen Verhältnis der, hauptsächlich aus der begrenzten Zyklenfestigkeit der Akkupacks, entstehenden Kosten zu den erzielbaren Umsätzen. Gewinne ließen sich nur dann erwirtschaften, wenn die Kosten für die Energieabgabe und damit verbunden für die Abnutzung des Akkupacks entsprechend der Ergebnisse aus Abschnitt 5.3 geringer sind als die Vergütung, die einem jeden V2G-Teilnehmer zuteilwird. Von einer ökonomischen praktischen Verwendung des gedanklich interessanten V2G Konzepts zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage am Energiemarkt, kann aktuell noch nicht gesprochen werden.

Auf dem Markt für Spitzenlast deckt die zu erzielende Vergütung in Form des jahresdurchschnittlichen APs meist nicht einmal die Energiebeschaffungskosten des V2G-Teilnehmers, geschweige denn die zusätzlich anfallenden variablen Kosten für die Akkupackabnutzung. Ein wirtschaftlicher Dauereinsatz von V2G auf diesem Markt über das ganze Jahr hinweg betrachtet, kann somit unter den aktuellen Rahmenbedingungen ausgeschlossen werden. Es bedarf demnach eines wesentlich höheren jahresdurchschnittlichen APs, einer Beschränkung des Energieangebots durch V2G auf entsprechend hochpreisige Zeiträume oder der Einführung einer zusätzlichen Vergütung in Form eines LPs, um als V2G-Teilnehmer Gewinne zu erwirtschaften. Diese Voraussetzungen sind für den Regelleistungsmarkt zumindest teilweise gegeben. Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des V2G-Konzepts muss an dieser Stelle ergebnisbedingt differenziert nach der Energieflussrichtung erfolgen.

Für den Fall der negativen Energieflussrichtung, also V2G, konnte gezeigt werden, dass zur Kostendeckung die Höhe beider Teile der Vergütung lediglich in zwei Szenarien ausreicht. Nur im aktuell schwer realisierbaren und höchst unwahrscheinlichen BC kann in den Märkten der PRL und MRL ein Gewinn erwirtschaftet werden. Im praxisnäheren AC reicht indes meist nicht einmal die alleinige Variation eines Parameters. Zum Erreichen des Break-even ist die kombinierte Veränderung mehrerer Parameter zu Gunsten des Anbieters erforderlich. Im Fall der positiven Energieflussrichtung, also G2V, wird das EV nicht nur kostenlos geladen, sondern der Fahrzeugbesitzer sogar für die Abnahme der Energie bezahlt. Im naheliegenden AC reicht der jährliche Gewinn je EV von 1.621 € bei der MRL bis zu 4.275 € bei der SRL.

Ungeachtet der derzeitigen Unwirtschaftlichkeit einer Nutzung von V2G in Deutschland besteht die Notwendigkeit einer weiterführenden, genaueren Untersuchung der Ökonomie dieses Konzepts. Dies gilt vor allem vor dem Hintergrund eines Mangels an Energiespeichermöglichkeiten zum Ausgleich von Schwankungen in der Energiebereitstellung bei einer verstärkten Einführung von Energieerzeugern auf Basis erneuerbarer Energien.

## 7 Ausblick

Der auf einem statischen Kostenmodell aufbauende V2GPA stellt einen nützlichen Ansatz für eine einfache szenariobasierte Bestimmung der ökonomischen Potenziale von V2G dar und dient als Basis weiterer, in einem dynamischen Ansatz mündender, Optimierungen. Hierzu wird ein Simulationsmodell entwickelt, welches keinen Gebrauch von statischen Durchschnittswerten wie der V2GPA macht, sondern stattdessen stochastische Funktionen für Regelleistungspreise, Stromtarife für Kunden, Verfügbarkeit von Leistung und Energie der EVs, zeitliche Verfügbarkeit der EVs, Energiebedarf der verschiedenen Lastarten, Entladungs-

tiefe der Akkupacks etc. verwendet. Ferner wird die Möglichkeit der Teilnahme am Energiehandel erst ab Erreichens eines bestimmten, jedoch variablen monetären Grenzwerts betrachtet. Hierdurch können neue oder bisher unrentable Energiemärkte zumindest teilweise erschlossen und die Gewinnerzielungsmöglichkeiten je EV maximiert werden. Resultierend aus diesen Überlegungen kann eine zeitraumbezogene Evaluierung des tatsächlichen Potenzials von V2G für die Umsetzung neuer Geschäftsmodelle durchgeführt werden.

## 8 Symbolverzeichnis

Symbol	Einheit	Beschreibung
$d$	$d \in [0, 1]$	Diskontierungssatz für die Anfangsinvestition
$d_d$	$km$	Distanz, die seit der letzten vollständigen Ladung zurückgelegt wurde
$d_p$	$km$	Distanz, die zu jedem Zeitpunkt zurückgelegt werden kann
$E_A$	$kWh$	Energiemenge, die tatsächlich geflossen ist
$E_{Akku}$	$kWh$	Energiemenge, die das Akkupack durch eine vollständige Ladung aufnimmt
$E_L$	$kWh$	Energiemenge, die vertraglich vereinbart wurde
$F$	$km/kWh$	Fahrleistung, die pro kWh zurückgelegt werden kann
$G_{Ges}$	€	Gewinn, der in der Gesamtheit pro Jahr zu erzielen ist
$I$	$A$	Stromstärke der Stromnetz-EV-Verbindung
$K_0$	€	Kosten für die Anfangsinvestition in die Ausrüstung
$K_{Ges}$	€	Kosten, die in der Gesamtheit zu investieren sind
$K_{Akku}^{Arbeit}$	€	Kosten für Löhne für einen Akkupacktausch (Lohnkosten)
$K_{Akku}^{fix}$	€	Kosten, die fix für das Akkupack anfallen (Materialkosten)
$k_E$	€/kWh	Kosten, die variabel für die Energie pro kWh anfallen
$K_{fix}$	€	Kosten, die fix für die Ausrüstung anfallen
$k_{var}$	€/kWh	Kosten, die variabel pro kWh anfallen
$L_{A,i}$	$kW$	Leistung, die zum Zeitpunkt $t_{A,i}$ tatsächlich genutzt wurde
$L_L$	$kW$	Leistung, die vertraglich vereinbart wurde
$n$	$n \geq 0$	Anzahl der Jahre, nach der der Break-Even erreicht wird
$\eta_{el}$	$\eta_{el} \in [0, 1]$	Wirkungsgrad der Bauteile des EV
$\eta_{Umw}$	$\eta_{Umw} \in [0, 1]$	Wirkungsgrad der Energieumwandlung Stromnetz-EV-Stromnetz
$P_A$	€/kWh	Preis für die zur Verfügungstellung von Energie (Arbeitspreis)
$P_L$	€/kW/h <sup>3</sup>	Preis für die zur Verfügungstellung von Leistung (Leistungspreis)
$S$	$S \geq 0$	Anzahl der Phasen des Stromanschlusses
$T$	$T \in [0, 1]$	Entladungstiefe des Akkupacks, für die die Zyklenfestigkeit gilt
$t_{A,i}$	$h$	Zeitdauer des i-ten Energieflusses mit der tatsächlich genutzten Leistung
$t_A^{max}$	$h$	Max. Zeitdauer aller Energieflüsse mit der tatsächlich genutzten Leistung
$t_L$	$h$	Zeitdauer des Vorhaltens der vertraglich vereinbarten Leistung
$U$	$V$	Spannung der Stromnetz-EV-Verbindung
$U_{Ges}$	€	Umsatz, der in der Gesamtheit pro Jahr zu erzielen ist
$V_{LA}$	$V_{LA} \in [0, 1]$	Verhältnis der abgegebenen zur vereinbarten Energiemenge
$Z$	$Z > 0$	Zyklenfestigkeit des Akkupacks

<sup>3</sup> Die Einheit kW/h ist von der Einheit kWh abzugrenzen. Erstere bezieht sich auf das Angebot einer Leistung von 1kW über einen Zeitraum von 1h, unabhängig davon, ob von dieser Leistung Gebrauch gemacht wird. Letztere gibt die über 1h geflossene Energiemenge an.

## 9 Literatur

- [1] Beck, L (2009): V2G – 101. A text about Vehicle-to-Grid (V2G), the technology which enables a future of clean and efficient electric-powered transportation. Delaware.
- [2] Clement-Nyns, K; Haesen, E; Driesen, J (2011): The impact of vehicle-to-grid on the distribution grid. *Electric Power Systems Research* 81: 185-192.
- [3] Kempton, W; Letendre, S (1997): Electric Vehicles As A New Power Source for Electric Utilities. *Transportation Research* 2(3): 157-175.
- [4] Kempton, W; Tomic, J (2007): Using fleets of electric-drive vehicles for grid support. *Journal of Power Sources* 168: 459-468.
- [5] Kempton, W; Tomic, J (2005): Vehicle-to-grid power fundamentals. Calculating capacity and net revenue. *Journal of Power Sources* 144: 268-279.
- [6] Peterson, S; Apt, J; Whitacre, J (2010): Lithium-ion battery cell degradation resulting from realistic vehicle and vehicle-to-grid utilization. *Journal of Power Sources* 195: 2385-2392.
- [7] Peterson, S; Whitacre, J; Apt, J (2010): The economics of using plug-in hybrid electric vehicle battery packs for grid storage. *Journal of Power Sources* 195: 2377-2384.
- [8] White, C; Zhang, K (2011): Using vehicle-to-grid technology for frequency regulation and peak-load reduction. *Journal of Power Sources* 196: 3972-3980.
- [9] Binding, C; Gantenbein, D; Jansen, B; Sundström, O (2010): Electric Vehicle Fleet Integration in the Danish EDISON Project – A Virtual Power Plant on the Island of Bornholm. *Proc. of IEEE Power & Energy Society General Meeting*. Minneapolis, USA.
- [10] Jansen, B; Binding, C; Sundström, O; Gantenbein, D (2010): Architecture and Communication of an electric Vehicle Virtual Power Plant. *Proc. of 1st IEEE International Conference on Smart Grid Communications*. Gaithersburg, Maryland, USA.
- [11] Kamboj, S; Kempton, W; Decker, K (2011): Deploying Power Grid-Integrated Electric Vehicles as a Multi-Agent System. *Proceedings of 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*. Taipei, Taiwan.
- [12] 50Hertz (2011): Netzkennzahlen.  
<http://www.50hertz-transmission.net/de/Netzkennzahlen.htm>. Abgerufen am 25.07.2011.
- [13] Amprion (2011): Netzkennzahlen.  
<http://www.amprion.net/netzkennzahlen>. Abgerufen am 25.07.2011.
- [14] Brooks, A (2002): Vehicle-to-Grid Demonstration Project. <http://www.udel.edu/V2G/docs/V2G-Demo-Brooks-02-R5.pdf>. Abgerufen am 20.05.2011.
- [15] BDEW (2009): Strompreiszusammensetzung. [http://www.bdew.de/bdew.nsf/res/Staats-Last%20171x85\\_4c.jpg/\\$file/Staats-Last%20171x85\\_4c.jpg](http://www.bdew.de/bdew.nsf/res/Staats-Last%20171x85_4c.jpg/$file/Staats-Last%20171x85_4c.jpg). Abgerufen am 29.07.2011.
- [16] eE-Tour Allgäu (2011): Effiziente Elektromobilität im Allgäu.  
<http://www.ee-tour.de/>. Abgerufen am 26.07.2011.

- [17] EEX (2011): Einführung in den Börsenhandel an der EEX auf Xetra und Eurex. [http://www.eex.com/de/document/4423/Einf%C3%BChrung%20B%C3%B6rsenhandel\\_Release\\_01B.pdf](http://www.eex.com/de/document/4423/Einf%C3%BChrung%20B%C3%B6rsenhandel_Release_01B.pdf). Abgerufen am 25.05.2011.
- [18] EnBW (2011): Netzkennzahlen. <http://www.enbw-transportnetze.de/kennzahlen/>. Abgerufen am 20.07.2011.
- [19] Kempton, W; Tomic, J; Letendre, S; Brooks, A; Lipman, T (2001): Vehicle-to-Grid Power. Battery, hybrid, and Fuel Cell Vehicles as Resources for Distributed Electric Power in California. <http://www.udel.edu/V2G/docs/V2G-Cal-2001.pdf>. Abgerufen am 20.05.2011.
- [20] Regelleistungen (2011). <http://www.regelleistung.net>. Abgerufen am 20.05.2011.
- [21] TenneT (2011): Netzkennzahlen. [http://www.tennetso.de/pages/tennetso\\_de/Transparenz/Veroeffentlichungen/Netzkennzahlen/Uebersicht/index.htm](http://www.tennetso.de/pages/tennetso_de/Transparenz/Veroeffentlichungen/Netzkennzahlen/Uebersicht/index.htm). Abgerufen am 20.07.2011.
- [22] Theobald, C; Hummel, K; Jung, C (2003): Regelmarkt. Gutachten zur Marktgestaltung, Beschaffungskosten und Abrechnung von Regelleistung und Regelenergie durch die deutschen Übertragungsnetzbetreiber. [http://www.bet-aachen.de/fileadmin/redaktion/PDF/Veroeffentlichungen/2003/BET-Studie\\_REM.pdf](http://www.bet-aachen.de/fileadmin/redaktion/PDF/Veroeffentlichungen/2003/BET-Studie_REM.pdf). Abgerufen am 20.07.2011.



# **„Green by IT“ – Nachhaltiger Gütertransport durch Entscheidungsunterstützungssysteme**

**Tim A. Rickenberg**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: rickenberg@iwi.uni-hannover.de

**Hans-Jörg von Mettenheim**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: mettenheim@iwi.uni-hannover.de

**Michael H. Breitner**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: breitner@iwi.uni-hannover.de

## **Abstract**

Der Beitrag stellt ein Software Artefakt vor, das Disponenten beim Routing von Aufträgen in einem Transportnetzwerk unterstützt. Grundlage ist ein problembezogenes Modell zur Beschreibung der Transportprozesse in intermodalen Netzstrukturen. Ein hybrider Routingalgorithmus zur Lösung des operativen Transportproblems setzt darauf auf. Dieser führt das Routing der Transportaufträge in einem Netzwerk aus Knoten und Kanten aus. Unser Ansatz optimiert den Mobilitätsmix und trägt zu effizienterem und nachhaltigerem Gütertransport bei.

## **1 Einleitung**

Während erneuerbare Energien und ökologische Betrachtungen im Personenverkehr, sowohl im Individualverkehr als für auch öffentliche Verkehrsmittel, in aller Munde ist, hat sich im Logistiksektor dieser Trend noch nicht vollständig durchgesetzt. Zweifelsohne werden im Transportwesen Konzepte und Methoden zu Effizienzsteigerungen wissenschaftlich erforscht und auch praktisch eingesetzt. Die Motivation dieser Verbesserungsansätze ist, unter anderem durch hohen Wettbewerbsdruck, größtenteils monetär behaftet und nicht ökologisch getrieben. Gerade die Gütertransportbranche hat durch die hohe Transportleistung in Verbindung mit großem Energieverbrauch und hohen Emissionswerten das Potential und die Pflicht einen Teil zum Umweltschutz beizutragen, vgl. [5]. Dies kann durch zukunftsorientierte Logistik, neue Mobilität und ökologische Ansätze im Güterverkehr geschehen.

Die zunehmende Relevanz von grüner Logistik wird durch langfristige Prognosen bestätigt: Das BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) prognostiziert

einen Zuwachs des Güterverkehrs bis 2025 gegenüber 2004 um 71%, wobei der Straßen-güterverkehr sogar um 79% ansteigen soll [7]. Dabei werden Logistikdienstleistungen immer individueller, also weniger ein Massenprodukt, vgl. [17]. Auch bezüglich des Energie-verbrauchs wird der Stellenwert des Verkehrssektors deutlich: In der EU entfällt heute bereits ein Drittel des Endenergieverbrauchs auf diesen Sektor, vgl. [9].

Nachhaltigkeit im Güterverkehr ist, analog zu den Dimensionen des Drei-Säulen-Modells, gleichermaßen wissenschaftlich, wirtschaftlich und ökologisch von Interesse, siehe auch [5]. Aus theoretisch, wissenschaftlicher Sicht sind Transportprobleme komplexe Optimierungsaufgaben, die i.d.R. durch Modelle dargestellt werden und durch bestimmte Lösungsverfahren berechnet werden. Im Allgemeinen sind diese Probleme schwer lösbar, also NP-schwer. Wirtschaftlich betrachtet sind besonders Effizienzsteigerungen, Kostensenkungen und die Einsparung von Kraftstoff von Interesse. Durch die Knappheit der fossilen Kraftstoffe und deren Verteuerung besteht Handlungsbedarf. Aus ökologischer Sicht sind vor allem die Luftbelastung und der Energieverbrauch, die daraus resultierende Klimawirkung, sowie die allgemeine Belastung von Mensch und Umwelt durch Verkehr und Transport zu nennen. Dazu zählen auch nicht internalisierte externe Kosten wie Lärm und andere Umweltschäden, die oft außer Acht gelassen werden, siehe auch [6].

Eine Herausforderung für die Transportbranche ist demnach die umweltverträgliche Gestaltung des Güterverkehrs trotz steigender Verkehrsleistung. Nachhaltigkeit, Klima- und Umweltschutz bei geringen Kosten und hohem Serviceniveau sind anzustreben. Ein möglicher Ansatz dazu sind Entscheidungsunterstützungssysteme, auch Decision Support Systems (DSS) genannt. Diese Informationssysteme ermöglichen die Verarbeitung großer Mengen von Informationen um dann, unter Einbezug des Nutzers, optimierte Entscheidungsvorschläge zu generieren. Vor allem in komplexen Bereichen, wie im Transportwesen, ist der Einsatz von DSS zur Steigerung der Effizienz, aber auch zum Schutz der Umwelt ratsam.

Wir schlagen ein integriertes, ganzheitliches Entscheidungsunterstützungssystem zur Planung des Strecken- und Flächenverkehrs mit gebrochenen Transportketten vor. Im Rahmen unserer gestaltungsorientierten Forschung entwickelten wir Artefakte zur IT-unterstützten Tourenplanung für Frachtgüter mit Vor- und Nachlauf bzw. Abholung und Zustellung. Dieses DSS trägt zur Verschlankeung des zeitintensiven, manuellen Planungsprozesses bei. Dementsprechend wird die automatisierte Generierung von optimierten Transportketten in komplexen Transportnetzen ermöglicht. Der Mobilitätsmix durch kombinierten bzw. intermodalen Verkehr trägt zur Nachhaltigkeit und zum Klimaschutz bei. Die Minimierung der Kosten bzw. der Transportstrecke, aber auch die Reduktion von Energieverbrauch und Emissionen, wurde angestrebt. Wir zeigen auf, dass analog zum Konzept „Green by IT“ ein Beitrag zur Optimierung des Güterverkehrs, als auch zum Umweltschutz geleistet werden kann.

Der vorliegende Artikel gliedert sich folgendermaßen: Anschließend an die Einleitung wird im zweiten Kapitel der Begriff der Nachhaltigkeit in Bezug auf den Güterverkehr dargelegt sowie Ansätze zur Steigerung der Nachhaltigkeit skizziert. Im dritten Kapitel werden dann die entwickelten Artefakte und das implementierte Entscheidungsunterstützungssystem ausführlicher beschrieben. Im vierten Kapitel werden anhand von Realdaten in einer Fallstudie die möglichen Einsparpotentiale und Limitationen des DSS aufgezeigt. Der Artikel schließt mit einem Fazit und einem Ausblick.



## 2 Mobilitätsmix für nachhaltigen Güterverkehr

Nicht zuletzt nachdem die Bundeskanzlerin Angela Merkel das Wissenschaftsjahr 2012 als „Jahr der Nachhaltigkeitsforschung“ getauft hat [11], ist der Begriff der Nachhaltigkeit zum Modewort geworden. Doch was ist Nachhaltigkeit? Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung steht für tragfähige und zukunftsfähige Entwicklung im Hinblick auf ökonomische, ökologische und soziale Gesichtspunkte, vgl. [2][10]. Diese drei Gesichtspunkte spiegeln auch die drei gleichberechtigten Dimensionen des Drei-Säulen-Modells wider [1]. In diesem Kapitel wird Nachhaltigkeit im Hinblick auf Güterverkehr und Transport betrachtet.

Konkrete Vorgaben der Politik sollen zur Steigerung der Nachhaltigkeit beitragen. Laut der europäischen Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen ist die Treibhausgasemission in der EU bis 2020 um 20% gegenüber 1990 zu reduzieren [7]. Weiterhin wird ein Anteil von 20% an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch bis 2020 angestrebt, wobei im Verkehrssektor mindestens 10% angesetzt sind [7][9]. Gerade durch steigende Verkehrs- und Transportmengen ist die umweltverträgliche Gestaltung des Verkehrs eine Herausforderung, vgl. [7]: Von 1991 bis 2008 hat sich die Verkehrsleistung des deutschen Güterverkehrs bereits um 67% erhöht [7]. Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, wird für den Güterverkehr weiterhin ein Anstieg der Verkehrsleistung von 71% bis 2025 gegenüber 2004 prognostiziert [7].

Eine Möglichkeit zur umweltgerechteren und nachhaltigeren Mobilität im Transportsektor sind alternative Kraftstoffe. Biokraftstoffe aus Biomasse stellen erneuerbare Energien dar und sind eine zukunftsweisende Alternative zu Kraftstoffen fossiler Herkunft. Herkömmlicher Diesel kann durch Biodiesel (B100) und Pflanzenöle substituiert werden, Ottokraftstoffe können durch Bioethanol ersetzt werden. Weiterhin kann Biogas als Ersatz für fossile Kraftstoffen genutzt werden. Diese alternativen Kraftstoffe haben, neben bzw. durch ihre Erneuerbarkeit, weitere Vorteile: Aufgrund von knapp werdenden Ressourcen und der damit verbundenen Preissteigerung, ist die verstärkte Nutzung alternativer Kraftstoffe neben ökologischen auch aus ökonomischen Aspekten anzustreben. Auch die Importabhängigkeit Deutschlands und Europas, sowie die Abhängigkeit von konventionellen Kraftstoffen kann durch nachwachsende Rohstoffe gesenkt werden [9] und die Versorgungssicherheit gesteigert werden. Außerdem sind Biokraftstoffe klimafreundlich durch CO<sub>2</sub>-Neutralität und werden aus diesem Grund teilweise staatlich gefördert, vgl. [8]. Die Atmosphäre wird durch die Verwendung von erneuerbaren Energien statt fossiler Kraftstoffe weniger durch Treibhausgase und andere Schadstoffe verunreinigt. Bei der Berechnung der Ökobilanz sind die spezifischen Vermeidungs- und Emissionsfaktoren der verschiedenen Kraftstoffe zu beachten, siehe auch [9], und die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus (Erzeugung, Nutzung, Entsorgung) zu berücksichtigen, vgl. [8]. Laut dem BMU sind als monetärer Schätzwert für jede somit vermiedene Tonne CO<sub>2</sub> ausbleibende Klimaschäden im Wert von 70 Euro anzusetzen [9]. Besonders Biokraftstoffe der zweiten Generation, wie bspw. BtL (Biomass-to-Liquid), stellen einen wichtigen Aspekt zur Nachhaltigkeit bei, siehe auch [8].

Neben alternativen Kraftstoffen wird nachhaltige Mobilität der Zukunft durch die Wahl umweltfreundlicher Transportmittel bestimmt. Für einen ökologischen Güterverkehr, wie auch im Personenverkehr, sind Verkehrsträger und Verkehrsmittel zu wählen, die für die jeweilige Verkehrsleistung die besten spezifischen Eigenschaften aufweisen. Dadurch resultiert ein intermodaler Mobilitätsmix, der für den Güterverkehr i. A. durch die Verkehrsträger Straße,

Schiene, Wasser trimodal ausgeprägt ist. Die wesentlichen Charakteristika der Verkehrsträger und ihrer Transportmittel werden im Folgenden beschrieben, vgl. [10][18][20]:

Straßengebundener Güterverkehr ist das führende Transportmittel. Die wesentlichen Vorteile liegen in der zeitlichen und örtlichen Flexibilität. Als Nachteil sind die hohen CO<sub>2</sub> Emissionen und die zunehmende Auslastung des Straßennetzes zu nennen. Insbesondere durch die dominierende Rolle im Gütertransport und die hohen spezifischen Emissionswerte liegt beim Verkehrsträger Straße das größte ökologische Potenzial.

Die Nutzung der Bahn als Transportmittel stellt, besonders für Massengüter über längere Strecken, eine Alternative zum straßengebundenen Transport dar. Vorteilhaft sind die Emissionswerte dieses Transportmittels, wogegen die auftretende Lärmbelastung negativ ist. Obwohl in den letzten Jahrzehnten der Schienengüterverkehr nicht intensiviert wurde, wird ein Anstieg von Transportmenge als auch Transportleistung vorausgesagt.

Die Binnenschifffahrt mit Wasserstraßen als Verkehrsträger ist besonders geeignet für Massengüter, schwere Güter und zeitunkritische Güter mit langen Transportstrecken. Dabei ist die Transportroute unflexibel und die Geschwindigkeit langsam, jedoch ist der Transport günstig als auch umweltschonend durch niedrige Lärm- und Abgasemissionen. Für die Zukunft wird ein Anstieg des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung prognostiziert.

Die kombinierte Nutzung der oben genannten Verkehrsträger wird als kombinierter Verkehr bezeichnet. So können die spezifischen Vorteile der Transportmittel in intermodalen Transportketten ausgenutzt werden. Positive Effekte für die Umwelt ergeben sich durch Einsparungen von Emissionen und Energie, wobei nur Transporte über längere Strecken sinnvoll sind. Auch im Hinblick auf die Entlastung der Straßen ist kombinierter Verkehr auszubauen.

Forschungsinstitute, Unternehmen und Interessensverbände haben die steigende Relevanz von ökologischem Güterverkehr und neuer Mobilität erkannt, und haben aktuell zahlreiche Publikationen veröffentlicht. Zukunftsweisend werden Studien durchgeführt [13], konsistente Szenarien entwickelt [3], Ansätze und Konzepte untersucht und dokumentiert, vgl. [10].

Während „Green IT“ im Allgemeinen für energieeffiziente Informationstechnologie steht, zielt „Green by IT“ auf einen anderen Aspekt ab: „Green by IT“ bezeichnet die direkte und indirekte Einsparung von Ressourcen durch die Nutzung von Informationstechnologien, vgl. [14]. Im vorliegenden Fall handelt es sich um die Einsparung von Energie in Form von Kraftstoff. Dies kann durch intelligente Routenführung, Verringerung von Leerfahrten oder auch durch bessere Auslastung der LKW erfolgen. Oft werden Konzepte rund um „Green by IT“ mit Bezug zum Transportwesen „Smart Logistics“ genannt. Wird besonders auf Nachhaltigkeit abgezielt, wird hingegen der Begriff „Green Logistics“ verwendet.

Trotz aller Bemühungen wird der Einsatz alternativer Kraftstoffe sowie effizienterer und innovativer Antriebstechnologien alleine nicht ausreichen, um Nachhaltigkeit im Verkehrssektor sicherzustellen, siehe auch [7]. Neue Konzepte und Ansätze rund um „Green by IT“ müssen konsequent verfolgt werden. Computergestützte Planung mittels Entscheidungsunterstützungssystemen stellt ein adäquates Mittel zur Steigerung der Nachhaltigkeit des Güterverkehrs dar. Mittels einer geeigneten Softwareumsetzung können intermodale Transportmittel in komplexe bestehende Netzstrukturen eingebunden werden, Leerfahrten durch optimierte Routen reduziert werden sowie Emissionen und Kraftstoffverbrauch gesenkt werden. Ein solcher Ansatz wird im nachfolgenden Kapitel näher dargestellt.

### **3 Ein Entscheidungsunterstützungssystem zur Unterstützung der operativen Transportplanung: JRouter IS eco**

In dem vorliegenden Artikel liegt der Fokus nicht auf der Darstellung des zugrundeliegenden Transportmodells oder auf den implementierten Lösungsverfahren. Vielmehr wird eine Möglichkeit aufgezeigt, den Güterverkehr durch Entscheidungsunterstützungssysteme und intermodalen Verkehr nachhaltiger und ökologischer zu gestalten. Für technische Aspekte der zugrundeliegenden Umsetzung und der dazu verwendeten Literatur wird auf die vorhergehenden Forschungspublikationen [19] und [12] verwiesen.

In Deutschland waren laut Bundesamt für Güterverkehr (BAG) für das Jahr 2004 knapp 100.000 Betriebe tätig, vgl. [20]. Der Großteil dieser Unternehmen ist zu den kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) zu zählen, vgl. [20]. Der Adressat des vorgestellten Entscheidungsunterstützungssystems sind vor allem KMU, und Allianzen unter ihnen, innerhalb der operativen Logistikbranche, die in der Regel nicht über große Budgets für Forschung und Entwicklung verfügen. Das Open Access Konzept und die allgemeine Verfügbarkeit dieser und vorhergehender Forschungsergebnisse erlaubt eine schnelle Anwendbarkeit und Übertragbarkeit der Optimierungssoftware. Der manuelle Planungsprozess des operativen Transportgeschäfts kann somit effizienter gestaltet werden.

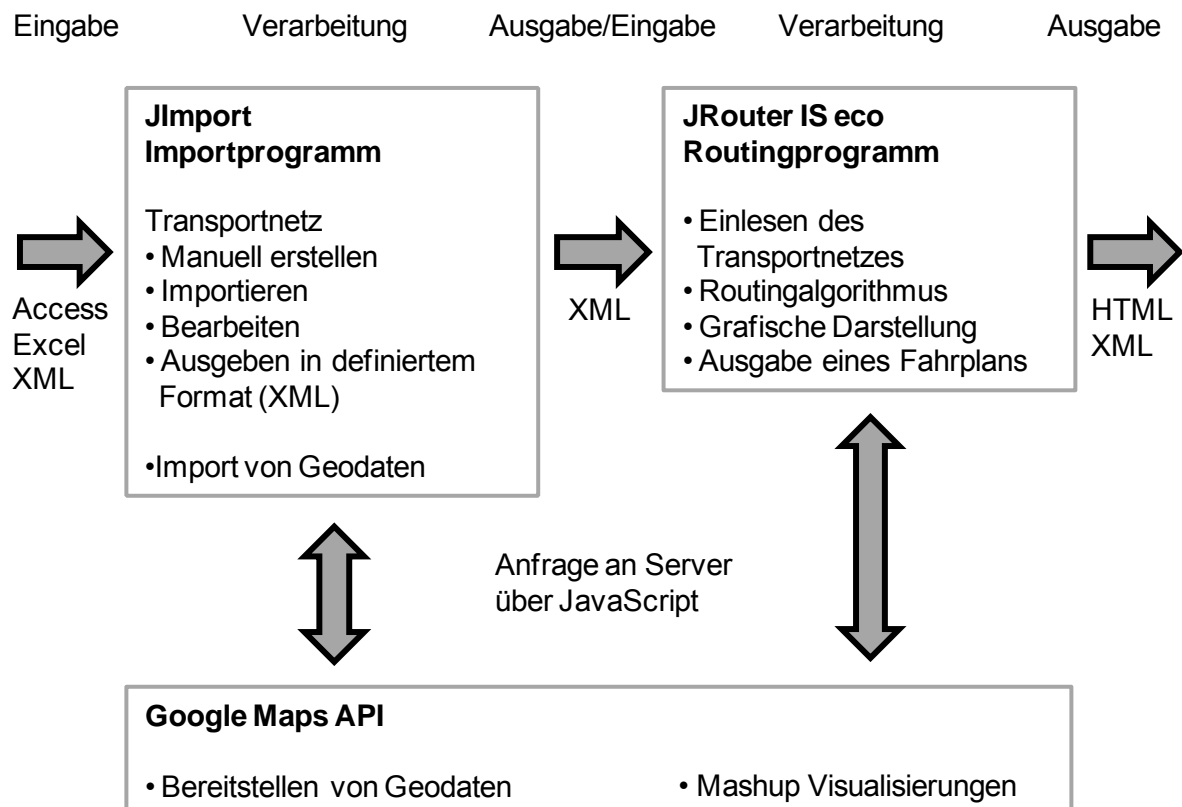
Das DSS hilft Disponenten vor allem bei operativen Planungsaufgaben. Der Planungshorizont der operativen Planung ist kurz und ist auf das tägliche Transportgeschäft ausgerichtet. Dabei werden über ein bestehendes Transportnetz Aufträge abgewickelt, welche exogen durch die Kundennachfrage gegeben sind. Das Transportnetz ist unternehmensspezifisch ausgeprägt und besteht grundsätzlich aus Knoten und Kanten. Primäre Knoten sind Depots und Hubs, wogegen sekundäre Knoten die Kundenstandorte repräsentieren. Die Kanten entsprechen Transportrelationen für den Gütertransport zwischen den Knoten. Durch den intermodalen Charakter des Modells können straßen-, wasserstraßen- und schienengebundene Transportmittel und -wege einbezogen werden.

Die Vorgehensweise bei der Forschung und der Entwicklung der Prototypen erfolgte analog zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. Demnach wurde die Forschung mit designorientierter Ausrichtung und ingenieurmäßiger Vorgehensweise nach Hevner [16] durchgeführt. Ziel dieser Forschung ist die Implementierung und Evaluierung von IT-Artefakten unter strenger Berücksichtigung von Relevanz und Rigorosität. Dazu wurden die von Hevner vorgeschlagenen Richtlinien, siehe auch [16], zur Design Science stringent angewendet und einhalten. Im Folgenden werden die entwickelten Artefakte vorgestellt. Dabei liegt der Schwerpunkt konkret auf der Instanziierung.

Laut Hevner gibt es in Design Science grundsätzlich vier verschiedene Typen von Artefakten [16]: Konstrukte, Modelle, Methoden und Instanziierungen. Im Rahmen der vorliegenden Forschung wurde ein problembezogenes Transportmodell zur Beschreibung der Netzwerkprozesse in Transportnetzen geschaffen. Dabei handelt es sich um ein Modell, welches auf den Stückguttransport ausgelegt ist, jedoch unter anderem durch seinen intermodalen Charakter andere Güter, wie bspw. Schüttgüter, unterstützt. Das ganzheitliche Transportmodell ist auf (mehrfach) gebrochene Transportketten mit Integration des Vor- und Nachlaufs ausgelegt. Somit liegt der Anwendungsbereich im Sammel- bzw. Stückgutverkehr, im intermodalen Systemverkehr, im kombinierten Ladungsverkehr und in Kurier-Express-Paket (KEP) Diensten, im Less-than-Truckload (LTL), aber auch im Truckload Verkehr.

Ein weiteres Artefakt stellt der entwickelte Routingalgorithmus dar, welcher auf Ebene der Methoden der Design Science Artefakte anzusiedeln ist. Der hybride Routingalgorithmus wird zur Lösung der kundeninduzierten Transportaufträge in dem Netzwerk aus Knoten und Kanten auf das Transportmodell angewendet. Der hybride Charakter des Algorithmus ergibt sich aus der Kombination von exakten und heuristischen Verfahren zur Lösung des operativen Transportproblems. Das Routing erfolgt durch eine Umsetzung des deterministischen A\* Algorithmus in Verbindung mit problemspezifischen heuristischen Erweiterungen.

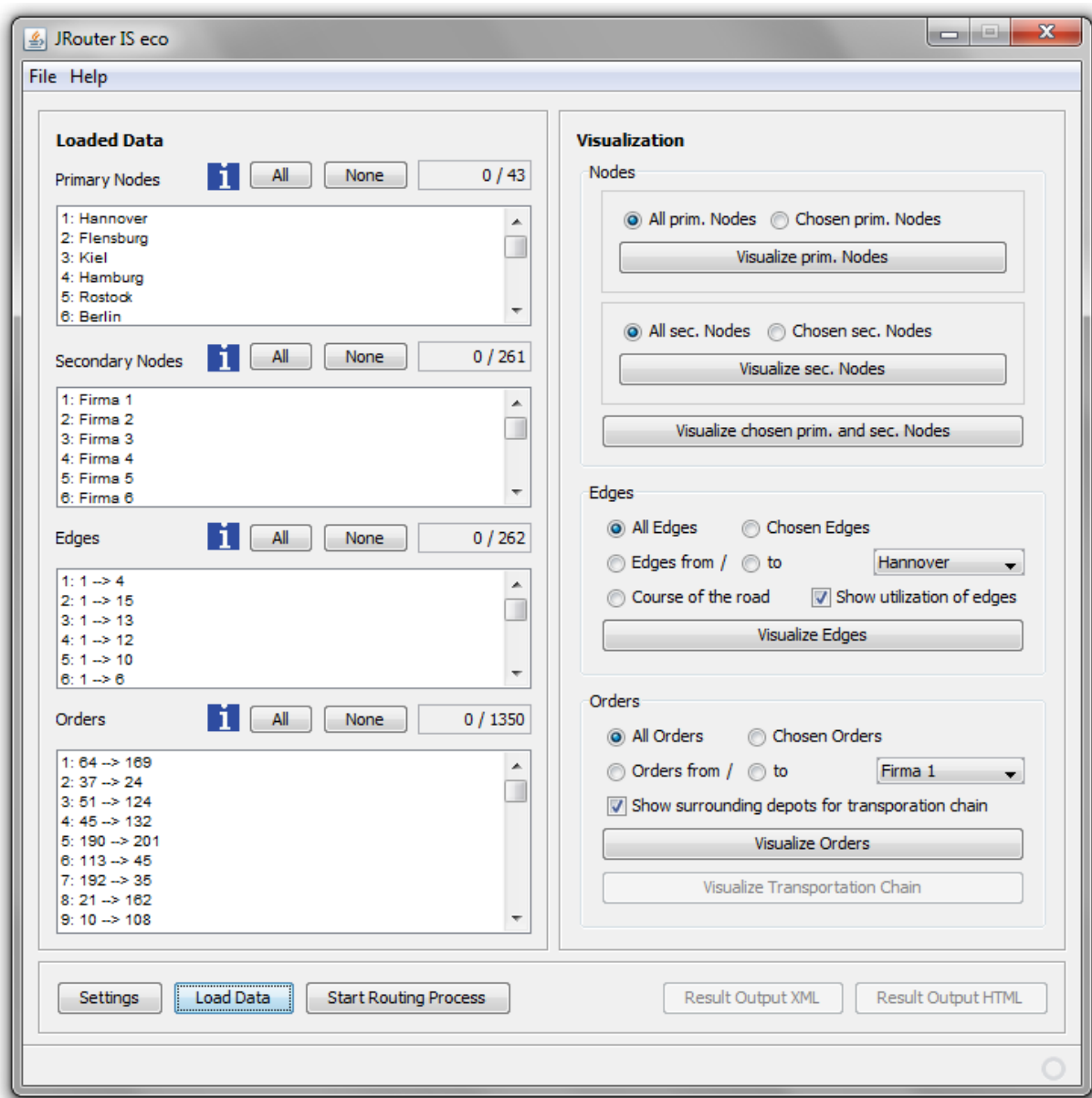
Den wichtigsten Forschungsbeitrag stellt das Artefakt auf Ebene der Instanziierungen dar. Hierbei handelt es sich um ein integriertes, einsatzbereites Entscheidungsunterstützungssystem für komplexe operative Transportaufgaben. Die entwickelte Java Applikation JRouter IS eco dient zur Automatisierung der manuellen Disposition unter Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsaspekts. Es wird ein intermodaler und umweltverträglicher Ansatz verfolgt, welcher sich auch im Namen widerspiegelt: JRouter Intermodal Sustainable (kurz: IS) eco. Weiterhin verfügt dieses zielgerichtete Artefakt im Bezug auf den Planungshorizont von einem Tag bis zu einigen Tagen über echtzeitnahe Eigenschaften. Laut dem Open Access Konzept kann die internetfähige Applikation direkt zur Optimierung und Visualisierung von Transportaufträgen von der Forschungshomepage gestartet werden. Zur Unterstützung beim Datenimport wurde die Applikation JImport entwickelt, welche aus Office Dokumenten (Access Datenbank, Excel Tabelle) Daten (Knoten, Kanten und Aufträge) importiert und in einem definierten Format ausgibt. Die Architektur und die Zusammenhänge zwischen den Applikationen werden zur besseren Verständlichkeit nachfolgend dargestellt:



**Bild 1:** Architektur der entwickelten Applikationen, in Anlehnung an [19]

Zur Kommunikation der Forschungsergebnisse sowie zur Motivation und Unterstützung von KMU wurde eine Forschungswebseite erstellt. Diese funktional gestaltete Webseite kann unter <http://www.iwi.uni-hannover.de/georouting/ISeco/> erreicht werden und wird fortlaufend aktualisiert. Die Webseite dient auch zum Aufrufen der Applikation über Java Web Start. Zum Testen des Routingprogramms JRouter IS eco wird ein fiktiver Datenpool angeboten.

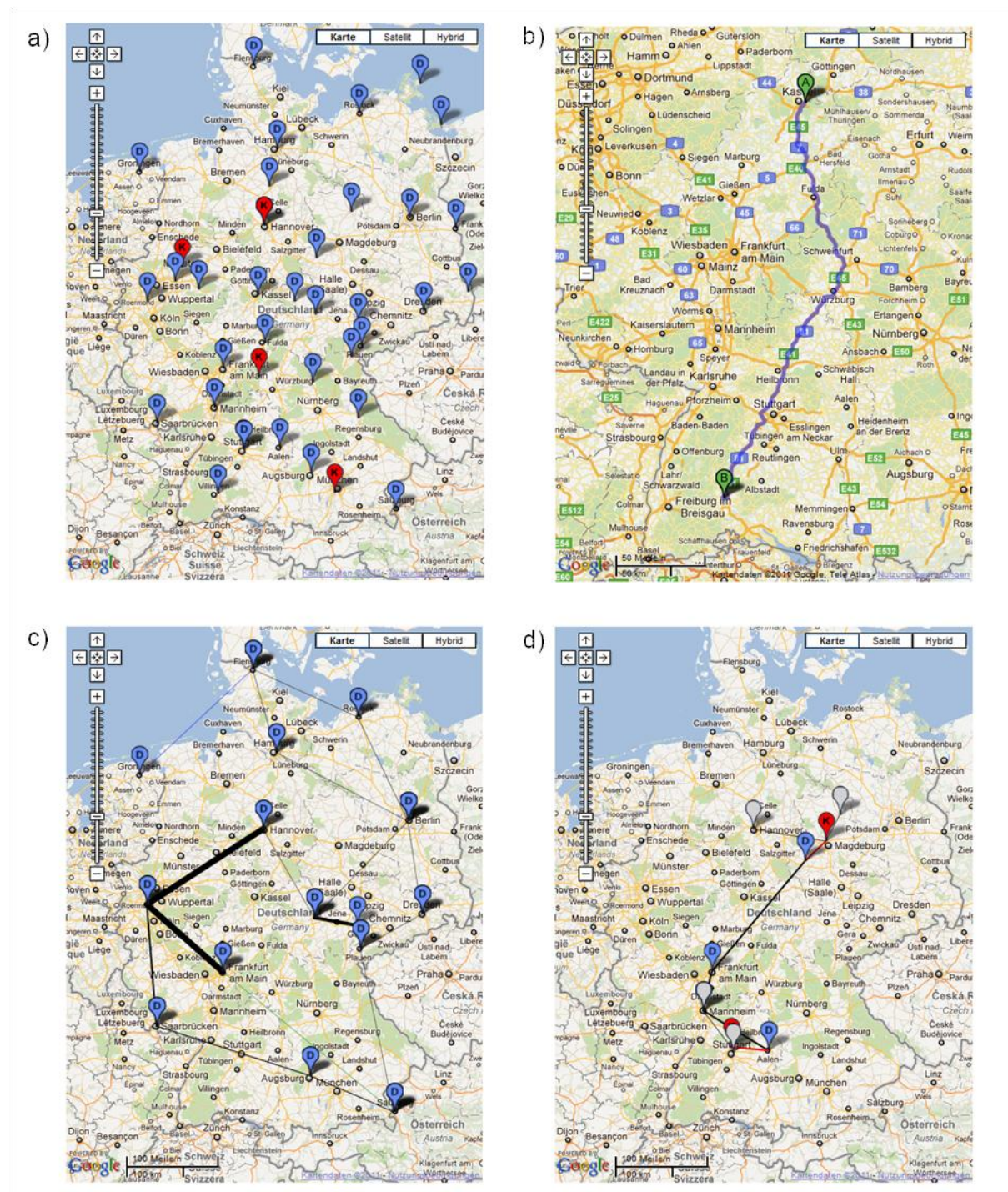
Im Folgenden werden die grafische Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI) und die Visualisierungsmöglichkeiten der Applikation JRouter IS eco anhand von Screenshots vorgestellt. Auf der linken Seite des Startfensters werden, nach dem Laden eines Transportnetzes, die verschiedenen Objekte des Transportnetzes dargestellt. Auf der rechten Seite befinden sich Schaltflächen zur Visualisierung von Knoten, Kanten und Aufträgen. Im unteren Bereich des Startfensters können weitere Funktionen aufgerufen werden. So kann dort das Einstellungsfenster aufgerufen werden, Daten geladen werden, das Routing angestoßen werden und die Ergebnisausgabe vorgenommen werden.



**Bild 2:** GUI des Routingprogramms JRouter IS eco



Die Visualisierung des Transportnetzes und der Routingergebnisse erfolgt mit Hilfe von Mashup Technologien. Durch eine programmierte Schnittstelle zur Google Maps API können die Visualisierungen direkt in einem Webbrowser plattformunabhängig dargestellt werden. Dementsprechend ist eine direkte Überprüfung der Routingergebnisse als auch der Struktur des Transportnetzes durch den Disponenten möglich. Untenstehend sind Knoten, Kanten, Auslastungsgrade der Transportmittel und eine komplette Auftragsabwicklung abgebildet.



**Bild 3:** Screenshots der Visualisierungen mit Mashup Technologien

a) Primäre und Sekundäre Knoten

b) Exakte Route einer Kante

c) Auslastungsgrade der Kanten

d) Mehrstufige Auftragsabwicklung

#### 4 Fallstudie: Nachhaltiger Güterverkehr durch JRouter IS eco

Zur Validierung und Verifizierung des implementierten Entscheidungsunterstützungssystems wurden verschiedene Tests in Rahmen einer Fallstudie durchgeführt. Für Funktionstests und zur Sicherstellung der Softwarequalität sowie zur Überprüfung der Performance und der Routingergebnisse des Systems wurde ein intermodales Transportnetz erstellt. Auf dieses Netzwerk wurden verschiedene, zufällig generierte Auftragspools angewendet.

Das intermodale Transportnetz weist für den Fernverkehr Mischstruktur auf und besteht somit aus Direktverkehren und sternförmigen Hub-Verbindungen an den Drehkreuzen. Dabei sind engmaschige, straßengebundene Verbindungen für kürzere Strecken über ein Schienennetz mit längeren Strecken gelegt. Weiterhin sind wassergebundene Transportrelationen, besonders für schwere Transporte über lange Strecken, integriert.

Insgesamt umfasst das Netz 146 straßengebundene, 96 schienengebundene und 20 wassergebundene Relationen. Alle der 20 wassergebundenen Transportrouten sind länger als 300km. Dabei ist die Entfernung dieser Relationen im Durchschnitt 40% höher als vergleichbare Routen auf der Straße. Der Grund dafür ist die variierende Netzdichte: Das Fernstraßennetz ist mehr als siebenmal so lang wie das Wasserstraßennetz, vgl. [6]. Da für die wassergebundenen Relationen kein kostenloses Geoinformationssystem (GIS) zur Verfügung steht, sind die Entfernungen bspw. anhand der Bundeswasserstraßenkarte manuell einzupflegen. Hingegen werden für die Verkehrsträger Straße und Schiene die Entfernungen automatisch bestimmt. Implizit wird hier angenommen, dass vergleichbare straßen- und schienengebundene Entfernungen nicht stark voneinander abweichen. Der Vor- und Nachlauf wird in der Regel über die Straße abgewickelt, es sei denn, der Kundenstandort verfügt über eine direkte intermodale Anbindung.

Die für den Fernverkehr hier eingebundenen Transportmittel sind in der anschließenden Tabelle dargestellt. Die Eigenschaften und spezifischen Vor- bzw. Nachteile wurden in Kapitel 2 näher beschrieben. Nach Konsolidierung verschiedener Quellen, insbesondere [6][18][20][21], wurden Richtwerte für diese Fallstudie festgelegt, die wiederum Auswirkungen auf die Dimensionen Kosten, Geschwindigkeit und Nachhaltigkeit aufweisen:

Transportmittel	Eigenschaften	Kraftstoffverbrauch [l/100km]	CO <sub>2</sub> Emissionen [kg/100km]	Kapazität 1 [t]	Kapazität 2 [m <sup>2</sup> ]	Geschwindigkeit [km/h]
LKW (klein)	18t Lastkraftwagen	20 (2.00 pro Tonne)	52,4 (5.24 pro Tonne)	10	18	70
LKW (groß)	40t Lastkraftwagen	30 (1.15 pro Tonne)	78,6 (7.86 pro Tonne)	26	32	70
Bahn	Diesellokomotive mit 25 Waggonen	500 (0.50 pro Tonne)	1310 (1.31 pro Tonne)	1.000	750	90
Binnenschiff	Frachtschiff der Klasse III	350 (0.35 pro Tonne)	917 (0.92 pro Tonne)	1.000	500	18

**Tabelle 1: Übersicht und Eigenschaften eingebundener Transportmittel der Fallstudie**

Zur Generierung von Aufträgen wurde ein Zufallsgenerator programmiert, der zufällig Kundenstandorte auswählt und Auftragseigenschaften variiert. Zudem wurden große und schwere Aufträge eingepflegt. Im vorliegenden Auftragspool werden mit unterminierten

Kanten etwa 80-90% der Aufträge automatisch geroutet. Eine Erhöhung der Lieferzeit oder eine zeitliche Terminierung der Kanten würde diese Zahl stark erhöhen. Die Ergebnisse und die Laufzeit des Routingprozesses sind im Allgemeinen abhängig von den vorgenommenen Einstellungen und dem verwendeten Transportnetz (Anzahl Knoten, Kanten und Aufträge).

Als Ergebnis der erfolgreichen Funktionstests ist weiterhin festzuhalten, dass die Verlagerung des Gütertransports von der Straße auf die Schiene und das Wasser möglich ist. Daraus ergeben sich, neben monetären Einsparungen, auch positive Auswirkungen auf die Umwelt: Jedes vollbeladene Binnentransportschiff ersetzt hier über 35 LKW und spart somit alleine auf 100km über 2000 Tonnen CO<sub>2</sub> ein. Jedoch sind die Einsparpotentiale in dieser Fallstudie eher qualitativ bewertbar, da für genauere Aussagen nicht verfügbare Vergleichszahlen von Logistikdienstleistern nötig wären. Die Definition von Referenzwerten für die jeweiligen Strecken bzw. individuellen Transportaufträge wäre sinnvoll, um diese dann mit der hier berechneten Route in Relation setzen zu können.

Limitationen ergeben sich somit aus der Quantifizierbarkeit der Einsparungen bezüglich Kraftstoff und Emissionen. Das genaue Potential ist bspw. in einer Feldstudie zu bestimmen. Weiterhin ist die Genauigkeit des zugrundeliegenden Transportmodells in einigen Punkten noch zu schärfen: Die Umschlagskapazität werden hier als ausreichend angenommen. Außerdem wird untergestellt, dass nur intermodale Kanten an primären Knoten angebunden werden, wenn diese über die entsprechende Suprastruktur für den Umschlag verfügen. Die Umschlagsdauer und -kosten an den Hubs und Depots ist noch global festgelegt und die Kostenstrukturen sind auf einen fixer Anteil plus einen variabler Anteil begrenzt.

## 5 Fazit

Die Logistikbranche steht vor der Herausforderung, das operative Transportgeschäft nachhaltiger zu gestalten. Durch den prognostizierten Anstieg der Transportleistung, kleinen und individuelleren Aufträgen über größere Entfernung sind Effizienzsteigerungen nötig, um durch die Politik vorgegebene Ziele zu erreichen und gleichzeitig profitabel operieren zu können. Nachhaltiger, also tragfähiger und ökologischer Gütertransport, vereint durch eine ganzheitliche Sichtweise ökonomische, ökologische und soziale Gesichtspunkte.

Als möglicher Ansatz zur Steigerung der Nachhaltigkeit wurde vorliegend die Nutzung alternativer Kraftstoffe aufgezeigt. Gleichmaßen wird die Mobilität der Zukunft, im Personen- als auch im Güterverkehr, durch die Wahl umweltfreundlicher Transportmittel bestimmt. Dabei sind für die Aufträge und Routen die jeweilig optimalen Verkehrsträger und Transportmittel zu wählen, so dass intermodale Transportketten zur Auftragsabwicklung resultieren. Um die daraus resultierenden komplexen Transportprozesse zu planen, können Entscheidungsunterstützungssysteme eingesetzt werden. Analog zum Konzept „Green by IT“ erlaubt computergestützte Planung die Einsparung von Ressourcen durch verschiedene Optimierungsverfahren. Im Falle der operativen Transportplanung sind so unter anderem Einsparungen durch die Einbindung intermodaler Transportmittel in die Netzstrukturen, die Reduzierung von Leerfahrten durch optimierte Routen sowie die Senkung von Emissionen und Kraftstoffverbrauch möglich.

Das Ergebnis der gestaltungsorientierten Forschung sind drei zielgerichtete Artefakte, um Disponenten bei der operativen Transportplanung zu unterstützen. Grundlage ist ein problembezogenes Modell zur Beschreibung und Abbildung der Transportprozesse in gegebenen



Netzstrukturen. Darauf setzt ein hybrider Routingalgorithmus zur Lösung des operativen Transportproblems auf. Dieser führt mittels Operations Research Verfahren ein Routing der kundeninduzierten Transportaufträgen in einem Netzwerk aus Knoten und Kanten aus. Die beschriebenen Artefakte auf Ebene der Modelle und Methoden wurden in Form einer konkreten Instanziierung in ein DSS integriert. Dieses zielgerichtete Artefakt erlaubt die Automatisierung der manuellen Disposition unter Berücksichtigung des Ökologie- und Nachhaltigkeitsaspekts. Neben der Optimierung durch den Routingalgorithmus und der Ausgabe von Fahrplänen erlauben Mashup Technologien die Visualisierung des Transportnetzes und der Routingergebnisse. Durch das Open Access Konzept stellt das System ein Mittel dar, um nicht nur Kosten einzusparen, sondern auch durch Reduktion des Energieverbrauchs und der Emissionen die Nachhaltigkeit der Gütertransporte zu steigern.

In der zukünftigen Forschung ist eine umfassendere Evaluierung des hier vorgestellten Artefakts anzustreben. Dabei ist die Ergebnisqualität gegenüber manueller Disposition zu prüfen. Analog zum Design Science von Hevner stellt dies einen weiteren Durchlauf des Relevanz-Zyklus dar, siehe auch [15]. Durch diesen Anstoß und Weiterentwicklungen im Entwicklung-Zyklus kann die Rigorosität mittels des Rigorosität-Zyklus gesteigert werden.

Weiterhin können die Ergebnisse dieser operativ ausgerichteten Studie auf taktischere Transportprobleme übertragen werden. Statt dem Routing von Aufträgen in einem gegebenen Transportnetz, kann auf der taktischen Planungsebene der Verlauf der Kanten bzw. Routen optimiert werden. Die Implementierung einer multi-kriteriellen Zielfunktion in den Optimierungsalgorithmus, sowohl auf operativer als auch taktischer Ebene, eröffnet neue Möglichkeiten. So könnten, neben dem Kostenaspekt, der Emissionsausstoß und der Kraftstoffverbrauch als Größen in die Zielfunktion aufgenommen werden und dadurch weiter reduziert werden, siehe auch das Pollution-Routing Problem [4]. Eine Herausforderung für die neue Mobilität im Güterverkehr bleibt die Übertragung und Weiterentwicklung von bestehenden Konzepten der Elektromobilität auf den Transportsektor.

## 6 Literatur

- [1] Aachener Stiftung Kathy Beys (2011): Lexikon der Nachhaltigkeit - Drei-Säulen-Modell. [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1\\_3\\_a\\_drei\\_saeulen\\_modell\\_1531.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_a_drei_saeulen_modell_1531.htm). Stand 30.08.2011.
- [2] Aachener Stiftung Kathy Beys (2011): Lexikon der Nachhaltigkeit - Nachhaltigkeit. [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeit\\_1398.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeit_1398.htm). Stand 30.08.2011.
- [3] Acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) (2006): Mobilität 2020. Perspektiven für den Verkehr von morgen - Schwerpunkt: Straßen und Schienenverkehr. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- [4] Bektaş, T, Laporte, G (2011): The Pollution-Routing Problem. *Transportation Research Part B: Methodological* 45 (8): 1232-1250.
- [5] Bretzke, WR; Barkawi, K (2010): Nachhaltige Logistik - Antworten auf eine globale Herausforderung, Springer, Berlin.
- [6] Bundesanstalt für Gewässerkunde; PLANCO Consulting GmbH (2007): Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße. Schlussbericht zur Forschungsstudie.

- [7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010), Umweltbericht 2010 - Umweltpolitik ist Zukunftspolitik. Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin.
- [8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010), Erneuerbare Energien - Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft. Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin.
- [9] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010), Erneuerbare Energien in Zahlen. Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin.
- [10] Deutsche Post AG (2010): Delivering Tomorrow. Zukunftstrend Nachhaltige Logistik. Deutsche Post AG Konzernzentrale, Bonn.
- [11] FONA - Forschung für Nachhaltigkeit (2011): Forschung für Nachhaltigkeit. <http://www.fona.de>. Abgerufen am 30.08.2011.
- [12] Gerasch, M (2010): Transportplanung in Sammelladungsnetzwerken: Flexibilisierung und Automatisierung der Disposition. Shaker Verlag, Aachen.
- [13] Göpfert, I; Wellbrock, W (2011): Zukunftsorientierung in der Logistik. In: Tiberius, V (Hrsg.), Zukunftsorientierung in der Betriebswirtschaftslehre. Gabler, Wiesbaden.
- [14] Heng, S.; Klusmann, B.; Koenig, F. (2011): Green IT: More than a Passing Fad!. Deutsche Bank Research Paper No. 81.
- [15] Hevner, AR (2007): A Three Cycle View of Design Science Research. Scandinavian Journal of Information Systems. 19 (2): Article 4.
- [16] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28 (1): 75-105.
- [17] Hülsmann, M; Grapp, J (2007): Nachhaltigkeit und Logistik-Management. In: Müller-Christ, G; Arndt, L; Ehnert, I (Hrsg.), Nachhaltigkeit und Widersprüche - Eine Managementperspektive. LIT Verlag, Hamburg.
- [18] Knörr, W; Kutzner, F (2008): Verbrauch, Emissionen, Materialeinsatz und Kosten von Binnenschiffen, Flugzeugen und Schienenfahrzeugen. Forschungsbericht, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg.
- [19] Rickenberg, T; von Mettenheim, HJ; Breitner, MH (2010): Plattformunabhängiges Softwareengineering eines Transportmodells zur ganzheitlichen Disposition von Strecken- und Flächenverkehren. In: IWI Discussion Paper #38, Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover.
- [20] Schmied, M; Havers, K; Zimmer, W (2007): Nachhaltige Mobilität durch Innovationen im Güterverkehr. Forschungsbericht, Öko-Institut e.V., Lehrstuhl für Verkehrssysteme und -logistik der Universität Dortmund und Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik.
- [21] Zimmer, W.; Fritsche, U. R.; Hacker, F.; Hochfeld, C.; Hünecke, K.; Jenseit, W.; Rausch, L.; Schmied, M. (2009): Stoffwertanalyse nachhaltige Mobilität im Kontext erneuerbarer Energien bis 2030. Endbericht, Öko-Institut e.V.; DLR - Institut für Verkehrsforschung.

# **Betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement**



# **Green IT/IS Forschung – Ein systematischer Literaturreview und Elemente einer Forschungsagenda**

**Kerstin Ortwerth**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49074 Osnabrück, E-Mail: kerstin.ortwerth@uni-osnabrueck.de

**Frank Teuteberg**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49074 Osnabrück, E-Mail: frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

## **Abstract**

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich Green IT/IS. Insgesamt 65 Beiträge wurden im Rahmen einer systematischen Literaturanalyse zum Thema Green IT/IS identifiziert und im Hinblick auf verwendete Forschungsmethoden, aktuelle Herausforderungen, zugrundeliegende Theorien sowie in den Beiträgen adressierte Stakeholder von Green IT/IS analysiert. Aus den vorgestellten Ergebnissen wird eine Forschungsagenda abgeleitet.

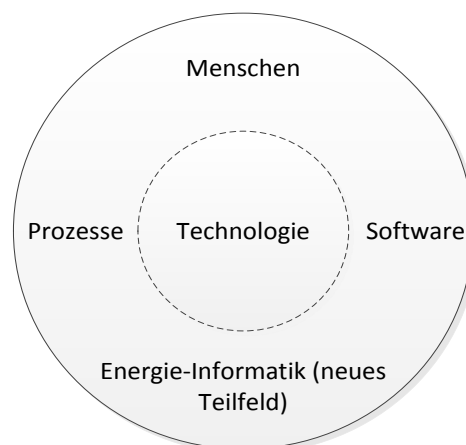
## **1 Einleitung und Motivation**

Das Interesse an Themen wie nachhaltiges Informationsmanagement oder Green IT/IS nimmt sowohl in der Wissenschaft als auch in der Unternehmenspraxis in den letzten Jahren stetig zu [12]. Gründe hierfür sind das steigende öffentliche Interesse an Umweltthemen wie bspw. „global warming“, die Reduzierung von Treibhausgasemissionen oder wachsendes ökologisches Bewusstsein. Auch in den Unternehmen wächst die Bedeutung des Umweltschutzes, da dieser einen wichtigen Aspekt gesellschaftlicher und unternehmerischer Verantwortung darstellt und zudem ein Differenzierungskriterium sein kann [12]. Melville [19] konstatiert, dass dem Thema Green IS in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zukommt, welche bis dato noch unterschätzt wird. Die Forschung im Bereich Green IS leistet einen wichtigen Beitrag zum Wissen an den Schnittstellen von nachhaltigem Informationsmanagement, Prozessgestaltung, Organisation, IT und natürlicher Umwelt. Hierbei unterstützt Green IS u.a. die Entwicklung von innovativen und umweltfreundlichen Strategien und Informationssystemen, die neue Wege im Umgang mit umweltbezogenen Fragestellungen aufdecken und letztlich zu einer Verbesserung von Energie- und Ressourceneffizienz in den Unternehmen beitragen können [19]. Mittels der vorliegenden

systematischen Literaturrecherche wird ein Überblick über das Themengebiet Green IT/IS gegeben. Hierzu wird der Stand der aktuellen Forschung zu diesem Thema aufgedeckt und Forschungslücken identifiziert. Abschnitt 2 gibt eine Abgrenzung des Themengebietes Green IS, indem die Begriffe Green IT, "IT-for-Green" und Green IS in einen Zusammenhang gebracht werden. Abschnitt 3 stellt die Methodik sowie den Analyserahmen des vorliegenden Beitrags vor, Abschnitt 4 beinhaltet die eigentliche Analyse. In Abschnitt 5 wird ein Ausblick auf die zukünftige Forschung gegeben und eine Forschungsagenda aus den Ergebnissen der Literaturanalyse abgeleitet.

## 2 Green IT versus Green IS ("IT-for-Green")

Das Thema Green IT wurde bereits durch unterschiedliche Methoden und einer Vielzahl von Terminologien und Konzepten begrifflich erfasst. Murugesan 2008, S. 25, definiert Green IT als, „...the study and practice of designing, manufacturing, using and disposing of computer, servers and associated subsystems ... efficiently and effectively with minimal or no impact on the environment.“ Diese Definition konzentriert sich auf die Verbesserung der Energieeffizienz und die Auslastung von Anlagen durch Maßnahmen wie beispielsweise die Gestaltung von energieeffizienteren und leistungsfähigeren Chips, die Virtualisierung oder die Reduzierung des Energieverbrauchs in Rechenzentren [28]. Insgesamt liegt im Bereich Green IT der Betrachtungsfokus auf Technologien und deren Energieeffizienz bzw. Ressourcenverbrauch. In den letzten beiden Jahren [17] liegt der Fokus der Betrachtung in der Literatur jedoch zunehmend auf der Frage, wie die IT die ökologischen Herausforderungen angemessen bewältigen kann und welcher strategischen Bedeutung der IT im Bereich des nachhaltigen Informationsmanagement beikommt. Dieser neue Ansatz wird auch als "IT-for-Green" [17] bezeichnet. Die passive und operative Rolle der IT im Bereich Green IT wandelt sich zu einer aktiven und strategischen Rolle im Bereich IT-for-Green, welche bei der Lösung ökologischer Probleme Abhilfe schaffen soll [17]. Das Thema Green IS umfasst zusätzlich die Bereiche Software, Prozesse und Menschen (siehe Bild 1). Nach Watson et al. 2010 [29] wird zudem die sogenannte Energie-Informatik, als ein weiteres Forschungsfeld, ebenfalls dem Spektrum Green IS zugeordnet. Diese unterstützt u.a. bei der Reduzierung des Energieverbrauchs sowie bei der Treibhausgasemission. Bild 1 verdeutlicht das gesamte Themenfeld Green IS mit der Abgrenzung zum Themengebiet Green IT (gestrichelter Kreis).



**Bild 1: Betrachtungsfokus Green IS**

### 3 Methodik und Analyserahmen

#### 3.1 Systematische Literaturanalyse und Überblick der analysierten Artikel

Aufgrund der Masse an Konferenzen, Zeitschriften, Büchern und Workshops zu bestimmten Themen ist die systematische Literaturanalyse mittlerweile zu einer unerlässlichen Forschungsmethode geworden [13]. Mit Hilfe dieser Methode soll zum einen, der aktuelle Forschungsstand zusammengefasst, zum anderen Zusammenhänge, Widersprüche, Diskrepanzen sowie Unstimmigkeiten aufgedeckt und schließlich verbreitete Probleme im fokussierten Bereich der Forschung ermittelt werden, um künftig mögliche Vorgehensweisen aufzuzeigen [1].

Als Grundlage für die systematische Analyse der gesammelten Artikel über das Thema Green IT/IS, wurde in Anlehnung an Dibbern et al. 2004 [11] ein Analyseframework entwickelt. Analyseframeworks im Allgemeinen beschreiben die Struktur von Objekten in festgelegten Arbeitsbereichen und die Beziehung zwischen den einzelnen Objekten. Dies kann zur detaillierten Beschreibung eines Forschungsgebietes, zur Organisation der Erkenntnisse sowie zur Identifikation von weiteren Möglichkeiten für spezifische Theorien sinnvoll sein [26]. Tabelle 1 zeigt das in diesem Artikel zugrundeliegende Analyseframework.

Phasen	Arbeitsschritte	Zu beantwortende Fragen / Kontext	Abschnitte
Motivation	1. Weshalb?	Weshalb ist Green IS von Bedeutung?	1. ; 4.1
Abgrenzung und Untersuchungsgegenstand	2. Was?	Was steht im Fokus der aktuellen Forschung?	4.2
	3. Welche?	Welche Journals und Konferenzen sind im Bereich der Green IT/IS Forschung von Bedeutung? Welche Autoren werden am häufigsten zitiert? Welche Forschungsmethoden werden angewendet? Welche IS-Theorien sind für die Green IT/IS Forschung von Bedeutung?	3.1; 4.2; 4.3
	4. Wer?/Worin?	Wer sind die Adressaten / Stakeholder im Forschungsbereich Green IT/IS? Worin liegen aktuell die Herausforderungen und Problemaspekte in Bezug auf die Etablierung von Green IT/IS in Forschung und Praxis?	4.4 4.5
Ergebnis und Analyse	5. Ergebnisse und Implikationen	Was sind die zentralen Ergebnisse dieser Literaturstudie? Wo liegen Entwicklungspotenziale im Bereich Green IS und wo gibt es weiteren Forschungsbedarf? (Forschungsagenda)	5.

**Tabelle 1: Analyseframework**

**1. Definition des Untersuchungsbereichs:** Der Untersuchungsbereich wurde bereits in den Abschnitten 1 und 2 definiert.

**2. Konzeptualisierung des Untersuchungsgegenstandes:** Die Abgrenzung der Themenschwerpunkte sowie die jeweiligen Konzepte Green IT und Green IS sind in Abschnitt 2 dargestellt worden.

**3. Literatursuche und -auswahl:** In einem ersten Schritt wurden die Top 6 (gemessen am Ranking der WKWI (Wissenschaftlichen Kommission für Wirtschaftsinformatik) IS Konferenzen (ECIS, WI, ICIS, HICCS, AMCIS, AIS) und Datenbanken wie EBSCO und ScienceDirect durchsucht. Themenschwerpunkt bei der Suche war das Themengebiet Green IT/IS. Zunächst wurde dies allgemein durchsucht, um einen ersten Überblick zu

gewinnen und eine Basis für diesen Artikel zu schaffen. Um das Themenfeld weiter einzugrenzen und der Aktualität des Themas gerecht zu werden, lag der Fokus im Weiteren auf den Konzepten *Acceptance / Resistance / Diffusion*. Die folgenden Schlüsselwörter wurden verwendet, um ein umfassendes Suchergebnis zu erhalten: *Green IS, Green IT, eco-innovation, sustainability, green computing, acceptance, diffusion, adoption, resistance, usability, technology acceptance, green corporate strategies*. Diese ersten Ergebnisse wurden in einer Excel-Tabelle festgehalten. In der die hier vorgestellten Literaturanalyse wurden, mit Ausnahme eines Beitrags, ausschließlich englischsprachige Beiträge identifiziert. Dies liegt darin begründet, dass der Fokus dieser Literaturanalyse auf internationale Konferenzen und auf die oben genannten Konzepte gelegt wurde. In der deutschsprachigen Literatur zu diesem Thema wird dagegen der Fokus verstärkt auf die Entwicklung von betrieblichen Umweltinformationssystemen und weniger auf Fragen der Akzeptanz oder Diffusion von Green IT/IS in Unternehmen gelegt. Die herangezogenen Journals und Konferenzen sowie die identifizierten Beiträge können dem unter der folgenden Adresse zur Verfügung gestellten Anhang entnommen werden: [www.uwi.uos.de/GreenIT\\_IS\\_Review\\_MKWI2012.pdf](http://www.uwi.uos.de/GreenIT_IS_Review_MKWI2012.pdf). In einem zweiten Schritt wurde eine Vorwärts-Rückwärts-Analyse durchgeführt (Analyse der Literaturverzeichnisse der im ersten Schritt identifizierten Beiträge), um weitere relevante Beiträge identifizieren zu können. Diese wurden ebenfalls in die Excel-Tabelle eingepflegt. Im dritten Schritt wurden die Artikel auf ihre Relevanz in Bezug auf die genannten Themenschwerpunkte untersucht. Hierzu wurden insbesondere der Abstract und die Einleitung untersucht. Insgesamt konnten auf diese Weise 65 Artikel aus dem Zeitraum vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2011, mit einem Schwerpunktbereich von 2008 bis 2011 identifiziert werden.

**4. Literaturanalyse:** Die eigentliche Analyse der Literatur folgt in Abschnitt 4. Hierzu wurden die gesammelten Artikel nach unterschiedlichen Auswertungspunkten (siehe Tabelle 1) analysiert.

**5. Forschungsagenda:** Die gesammelten Ergebnisse werden entsprechend interpretiert und zukünftiger Forschungsbedarf für Wissenschaft und Praxis im Bereich Green IS herausgestellt. Darauf aufbauend wird abschließend eine Forschungsagenda erstellt.

### 3.2 Verwandte Arbeiten

Um eine entsprechend fundierte Analyse der Literatur vornehmen zu können, ist es notwendig vorherige Literaturrecherchen zum Themenkomplex Green IT/IS sowie zur Akzeptanz- und Diffusionsforschung und zu Theorien im Bereich IS heranzuziehen. Fünf für diesen Beitrag relevante Literaturrecherchen konnten identifiziert werden. Tabelle 2 fasst die zentralen Ergebnisse (Gegenstand des Artikels / Ziele, angewandte Methoden, Betrachtungszeitraum) zusammen.

Der vorliegende systematische Literaturreview unterscheidet sich insofern von den in Tabelle 2 aufgeführten Beiträgen, da ausschließlich hochqualitative Journals und Konferenzen gesichtet, der Fokus des Betrachtungszeitraumes (bis zum Jahr 2011) ausgedehnt sowie das Themengebiet (Green IT/IS) im Hinblick auf Akzeptanz-, Diffusionsforschung und IS Theorien analysiert und zusätzlich weitere Auswertungspunkte (z.B. Stakeholder-Adressierung) herangezogen wurden. Inhaltlich wurde zunächst das Augenmerk auf Artikel gelegt, die Literaturanalysen für den Bereich IT/IS mit Fokus auf Akzeptanz- sowie Diffusionsforschung gelegt haben, um erste Anregungen für den hier vorliegenden Artikel



zu bekommen. Des Weiteren wurde die Suche im nächsten Schritt auf Literaturanalysen im Bereich Green IT/IS gerichtet, um tiefer in die aktuelle Forschung in dem Bereich einzudringen.

<b>Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl</b>	Michael D Williams, Yogesh K Dwivedi, Banita Lal, Andrew Schwarz (2009) Contemporary trends and issues in IT adoption and diffusion research, Journal of Information Technology 24, 1–10 [31]
<b>Gegenstand des Artikels / Ziel</b>	(1) Identifizierung der meist veröffentlichten Artikel zum Thema IS/IT Akzeptanz und Diffusion; (2) Darstellung der generellen Trends bezüglich Einführung und Diffusion; (3) Identifizierung der Länder mit den häufigsten Artikeln zu diesem Thema; (4) Aufführung der Aktivitäten der Autoren in diesem Bereich; (5) Klassifikation der Publikationen bezüglich der Schlüsselwörter Einführung, Akzeptanz, Diffusion (6) Identifizierung von Analysen; (7) Klassifizierung der Artikel nach Forschungsmethoden; (8) Klassifizierung nach empirisch vs. nicht empirisch; (9) Klassifizierung nach qualitativ vs. quantitativ; (10) Identifizierung der verschiedenen Theorien
<b>Zeitraum</b>	1985-2007
<b>Methode</b>	Verwendung von Science Citation Index und Social Science Citation Index Methoden, für eine Identifikation der Publikationen im Bereich IS/IT mit den Themenschwerpunkten: diffusion, adoption und acceptance
<b>Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl</b>	Sanghee Lim, Terence Saldanha, Suresh Malladi, Nigel P. Melville (2009) Theories Used in Information Systems Research: Identifying Theory Networks in Leading IS Journals, International Conference on Information Systems 1-1-2009 [16]
<b>Zeitraum</b>	1998-2006
<b>Gegenstand des Artikels / Ziel</b>	(1) Analyse der verwendeten Theorien im Bereich IS; (2) Analyse der vorrangigen Problemfelder in diesem Bereich; (3) Analyse von Strukturen, die sich in der IS Forschung finden lassen (Visualisierung von Artikel-Netzwerken)
<b>Methode</b>	Verwendung von social network analysis (SNA) Methoden, um die Strukturen in den jeweiligen Theorien zu analysieren
<b>Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl</b>	Nigel P. Melville (2010) Information Systems innovation for environmental sustainability, MIS Quarterly, Vol. 34 No. 1, 1-21 [19]
<b>Zeitraum</b>	2000-2007
<b>Gegenstand des Artikels / Ziel</b>	(1) Einbindung der Information Systems Perspektive in die Nachhaltigkeitsdebatte (2) Vorantreiben der Entwicklung und Einführung von IS für ökologische Nachhaltigkeit (3) Verbesserung des Verständnisses hervorstechender Aspekte
<b>Methode</b>	Verwendung des Belief-Action-Outcome (BAO) Models sowie des Micro-Makro-Modells, um Forschungsfragen und eine Forschungsagenda darzustellen
<b>Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl</b>	Rosario Vazquez, Esther Rocha, Sergio Dominguez, Daniel Morales, Punit Ahluwalia (2011) Green IS and Green IT: Organizational awareness, readiness and competitiveness, Proceedings of the 17 <sup>th</sup> Americas Conference on Information Systems [27]
<b>Zeitraum</b>	2000-2010
<b>Gegenstand des Artikels / Ziel</b>	(1) Was sind die klassifizierten Unterthemen innerhalb des umfassenden Themas Green IT und/oder Green IS? (2) Was sind die wichtigsten Konzepte im Bereich dieser Forschung? (3) Was sind die Trends der veröffentlichten Forschungsergebnisse insgesamt und für verschiedene Zeitschriften? (4) Wie hoch ist die Anzahl der Artikel in den untersuchten Journals der jeweils untersuchten Jahre?
<b>Methode</b>	Inhaltliche Analyse der Artikel (Metaanalyse) um eine relative Gewichtung der verschiedenen Themen im Forschungsbereich Green IS vorzunehmen und Vorstellung der Ergebnisse einer Längsschnittanalyse sowie demographischen Analyse
<b>Autor, Jahr, Titel, Journal/Konferenz, Volumen, Seitenzahl</b>	Mauricio Marrone, Nils-Holger Schmidt, Janis Kossahl, Lutz M. Kolbe (2011) Creating a Taxonomy of Corporate Social Responsibility, Sustainability, Stakeholders, Environment, Green IS, and Green IT: A Literature Review, Working Paper on Information Systems [18]
<b>Zeitraum</b>	2006-2010
<b>Gegenstand des Artikels / Ziel</b>	(1) eine Verbindung von Green IS und Green IT zum umfassenderen Begriff der Nachhaltigkeit zu schaffen; (2) Klassifizierung der relevanten Konzepte in diesem Bereich
<b>Methode</b>	Erstellung einer Beziehungs-Matrix von relevanten Konzepten, Entwicklung einer Konzept-Struktur zur Darstellung der relevanten Ergebnisse

**Tabelle 2: Verwandte Arbeiten**

## 4 Analyse der Ergebnisse

### 4.1 Suchanalyse der Begriffe Green IT / Green IS

Die Bedeutung sowie der Zusammenhang zwischen Green IT und Green IS wurde bereits in Abschnitt 2 diskutiert. An dieser Stelle werden die beiden Begriffe näher untersucht, indem eine Suche über Google durchgeführt wurde. Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Top-Regionen, in denen die Begriffe Green IT sowie Green IS jeweils als Suchbegriffe verwendet werden. Green IT ist ein Begriff der in Europa, insbesondere im deutschsprachigen Raum sowie in Indien und Asien verwendet wird. Während im anglo-amerikanischen schon viel länger der Begriff Green IS [19] eine Rolle spielt, welcher erst in den letzten 2 Jahren auch in deutschsprachigen Quellen Beachtung findet. Um die Daten miteinander vergleichen zu können, wurden sie auf einer Skala von 0 bis 100 normiert, 0 stellt die unterste Suchtrefferquote dar, 100 die höchste. Die höchste Suchtrefferquote wurde gleich 100 % gesetzt, die Weiteren entsprechend ins Verhältnis gesetzt. Green IT wird als Suchbegriff stark mit dem Wort Technologie verknüpft (85 % Suchtrefferquote). Interessant ist auch, dass häufig nach Definitionen des Konzepts Green IT gesucht wird (35 % Suchtrefferquote), was zeigt, dass es noch keine allgemeinverwendete Definition gibt.

Region	Green IT	Green IS
Südkorea	100	0
Indien	70	43
Deutschland	39	13
Australien	26	86
Großbritannien	20	61
Niederlande	14	0
USA	13	100
Kanada	11	98

Tabelle 3: Top-Regionen für Green IT

Region	Green IT	Green IS
USA	13	100
Kanada	11	98
Australien	26	86
Großbritannien	20	61
Indien	70	43
Deutschland	39	13
Südkorea	100	0
Niederlande	14	0

Tabelle 4: Top-Regionen für Green IS

Im Suchdiagramm (Bild 2) nimmt Green IT seit Ende des Jahres 2009, Anfang des Jahres 2010 etwas ab, während sich jetzt die Literatur und somit auch die Suche mehr auf Green IS (IT-for-Green), d.h. dem weiter gefassten Konzept konzentriert. Somit lässt sich eine Trendwende von Green IT- zu Green IS-Themen in der Forschung beobachten.

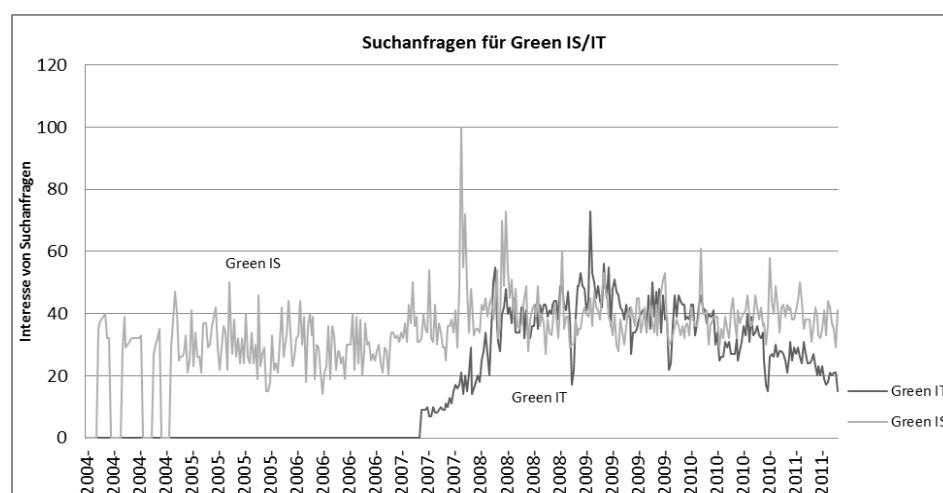


Bild 2: Suchanfragen für die Begriffe Green IT / Green IS

## 4.2 Aktuelle Forschung

Die betrachtete Stichprobe wurde inhaltlich untersucht, um Aussagen bezüglich der aktuellen Forschung im Bereich Green IT/IS treffen zu können. Im Allgemeinen wird von einigen Autoren, wie Bansal [2] oder Dangelico [10], zunächst die Motivation für Unternehmen „grüne Produkte“ zu entwickeln, dargestellt. Hierbei geht es z.B. um die Entwicklung oder das Design „grüner Produkte“ [9], sowie das Interesse bzw. die Motivation zur Integration von Nachhaltigkeit in Unternehmen [10]. Aktuell werden für das Forschungsgebiet Green IT/IS vorrangig Modelle zur Akzeptanz und Diffusion von Green IT entwickelt. Molla 2011 entwickelt z. B. in dem Beitrag „GITAM: A model for the adoption of Green IT“ ein Akzeptanzmodell. Die Entwicklung von Akzeptanz- und Diffusionsmodellen im Forschungsbereich Green IS steht noch am Anfang, da in der betrachteten Stichprobe lediglich zwei Modelle entwickelt werden [7] [8]. Des Weiteren beschäftigt sich die Forschung auf diesem Gebiet vorrangig mit der Rolle und dem Nutzen von IS für eine nachhaltige Unternehmenskultur (z.B. [19] [6]) sowie mit den Konzepten und Problemen im Bereich Green IS und damit verbundenen Literaturrecherchen (z.B. [12]).

Um ein genaueres Bild des Forschungsbereichs zu gewinnen wurde eine bibliometrische Analyse mit dem Programm *Publish or Perish 3* (<http://www.harzing.com/pop.htm>), welches Zitationsanalysen erstellt, durchgeführt. Die Auswertungen zeigt Tabelle 5. Insgesamt sind hier die neun häufigsten zitierten Autoren aufgelistet. Die Quellen stammen alle aus den Jahren 2008 bis 2011. Dies verdeutlicht die vergleichsweise „junge“ Forschung auf diesem Gebiet. Besonders im Forschungsbereich Green IS werden die Autoren Watson, Chen und Boudreau sowie Melville häufig zitiert. In diesen Artikeln geht es inhaltlich sowohl um Literaturrecherchen [6] als auch um erste entwickelte Modelle bezüglich der Akzeptanz von Green IS [7] [8]. Häufigster Vertreter im Bereich Green IT ist Molla mit seinen Modellen zur Akzeptanz und Diffusion.

	Zitate	Autoren	Titel	Jahr	Publikationsorgan
1.	72	R.T. Watson, M. C. Boudreau, A. J. Chen	Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community [6]	2010	MIS Quarterly
2.	60	N.P. Melville	Information Systems innovation for environmental sustainability [6]	2010	MIS Quarterly
3.	33	A.J.W. Chen, M.C. Boudreau, R.T. Watson	Information systems and ecological sustainability [6]	2008	Department of Management Information Systems
4.	22	R.T. Watson, M. C. Boudreau, A. Chen, M. Huber	Green IS: Building Sustainable Business Practices [6]	2008	Information Systems
5.	10	A.J.W. Chen, R.T. Watson, M.C. Boudreau	Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective [6]	2009	ICIS
6.	9	J. Dedrick	Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research [6]	2010	Communications of the Association for Information Systems
7.	8	A. Molla	GITAM: A Model for the Adoption of Green IT [6]	2011	ACIS
8.	6	A. Molla, S. Pittayachawan, B. Corbitt, H. Deng	An international comparison of Green IT Diffusion [6]	2009	International Journal of e-Business Management
9.	2	A. Molla	The Green IT readiness of organizations: A exploratory analysis [6]	2011	Communications of the Association for Information Systems

**Tabelle 5: Zitationsanalyse**

### 4.3 IS-Theorien und Forschungsmethoden

Dieser Abschnitt zeigt die dominierenden IS-Theorien sowie die angewendeten Forschungsmethoden in den identifizierten 65 Artikeln zum Bereich Green IT/IS auf. Die Artikel wurden nach einer von den Autoren als umfassend erachteten Liste von insgesamt 84 IS-Theorien [28] untersucht.

Es ist interessant zu sehen, dass verhältnismäßig wenige IS-Theorien in den jeweiligen Artikeln Berücksichtigung finden. Es gibt einige Artikel, die diese Theorien ansprechen, jedoch eine konkrete Anwendung findet ausschließlich in 17 der 65 analysierten Artikel statt. Theorien dienen vorrangig zur Strukturierung von Sachverhalten, was in dem hier dargestellten Forschungsgebiet eher spärlich vorzufinden ist und auf ein noch nicht ausgereiftes Forschungsgebiet schließen lässt. Insgesamt kann aufgrund dieses Ergebnisses festgehalten werden, dass der Reifegrad der Forschung in diesem Bereich (noch) nicht sehr hoch ist und die Forschung noch am Anfang steht.

Von insgesamt 84 IS-Theorien konnten jedoch elf (Institutional theory, Resource-based view of the firm, Technology Acceptance Model, Theory of planned behavior, Theory of Reasoned Action, Unified theory of acceptance and use of technology, Technology-organization-environment framework, Process virtualization theory, Diffusion of innovations theory, Contingency Theory sowie Actor network theory) als angewendete Theorien für die betrachtete Stichprobe identifiziert werden. Die beiden vorherrschenden Theorien sind die Institutional Theory (27%) sowie das Technology Acceptance Model (21%). So beschäftigt sich beispielsweise Watson 2008 mit der Institutional Theory, indem er individuelle, organisationale oder auch physische Aspekte in Bezug zum Thema Green IT/IS setzt und diese entsprechend interpretiert [28]. Molla verwendet beispielsweise das Technology Acceptance Model, um ein entsprechendes Modell für die Akzeptanz von Green IT zu entwickeln und anhand von Hypothesen-Tests zu evaluieren [22].

Für die Analyse der verwendeten Forschungsmethoden wurden die von Wilde und Hess 2007 [30] beschriebenen Forschungsmethoden zugrunde gelegt. Diese sind in Tabelle 6 auf der rechten Seite aufgelistet. Die linke Seite zeigt die ausgewerteten Ergebnisse. Die Summe der Zähltreffer deckt sich an dieser Stelle nicht mit der Anzahl der untersuchten Artikel, da mehrfach Doppelnennungen aufgetreten sind.

Die drei Forschungsmethoden mathematisch-formal, semi-formal und rein sprachlich, werden in der Literatur unter den Oberbegriff Formal-/konzeptionell- und argumentativ-deduktive Analyse zusammengefasst [30]. Um eine detailliertere Analyse vornehmen zu können, wurden die drei Bereiche in diesem Beitrag separat betrachtet. Es ist zu erkennen, dass die rein sprachliche Forschungsmethode, d.h. die argumentativ-deduktive Analyse, mit 38 Treffern den größten Anteil der untersuchten Forschungsmethoden ausmacht. Dies lässt darauf schließen, dass im Bereich Green IS vorwiegend noch interpretativ und deskriptiv gearbeitet wird.

Interessant zu erwähnen ist, dass ein Artikel den genannten Forschungsmethoden nicht zuzuordnen ist. Dieser beschäftigt sich mit der sogenannten TRIZ (Russisch: Teoria reschenija isobretatjelskich sadatsch, Theorie des erfinderischen Problemlösens) Methode [14]. Ziel dieser Methode ist es, Innovationen gezielt und systematisch zu entwickeln und sie daraufhin schnell am Markt zu platzieren [14]. Bezogen auf eine Anwendung dieser

Methode im Bereich Green IS kann festgehalten werden, dass sie eine sehr innovative Forschungsmethode darstellt, welche aufgrund der einmaligen Nennung nicht sehr verbreitet ist.

Die geringe Anzahl an mathematisch-formalen Modellen (3,07 Prozent) sowie die vergleichsweise seltene Anwendung von Fallstudienforschung (15,38 Prozent) und Labor-/Feldexperimenten (1,54 Prozent) belegen, dass das Forschungsgebiet Green IT/IS insgesamt noch nicht sehr weit ausgereift ist. Erst wenn in Unternehmen Green IT/IS Technologien und/oder Konzepte bzw. Methoden implementiert werden, können diese durch Fallstudien und Labor-/Feldexperimente auch evaluiert werden. Es kann jedoch ebenfalls durch die jeweilige Anwendung der Forschungsmethoden festgehalten werden, dass das Thema Green IT/IS an Bedeutung gewinnt, da der zweit größte Bereich der Forschungsmethoden die qualitativ /quantitativen Querschnittsanalysen darstellt. Im Rahmen dieser Forschungsmethode werden Erhebungstechniken wie Fragebögen oder Interviews angewendet [30], sodass durchaus das Interesse an Green IT/IS Themen vorhanden ist und weiter ausgebaut wird.

Forschungsmethode	Zähltreffer	Prozent
mathematisch-formale Modelle	2	3,07
semi-formale Modelle	6	9,23
rein sprachlich (argumentativ)	38	58,46
Simulation	0	0
Referenzmodellierung	0	0
Aktionsforschung	0	0
Prototyping	0	0
Ethnographie	0	0
Fallstudie	10	15,38
Grounded Theory	0	0
Qualitative/ Quantitative Querschnittsanalyse	25	38,46
Labor-/ Feldexperiment	1	1,54

**Tabelle 6: Forschungsmethoden**

#### 4.4 Adressaten / Stakeholder

In diesem Abschnitt wird das Augenmerk auf die Adressaten der jeweiligen Artikel gerichtet, um zu erkennen, in welchem Adressatenkreis sich die Artikel bewegen und inwieweit eine Ausdehnung des Adressatenkreises möglich oder plausibel erscheint. In den einzelnen Artikeln gab es Überschneidungen von Adressatenkreisen, so dass beispielsweise sowohl Unternehmen als auch Anbieter angesprochen wurden. In solchen Fällen wurde der Artikel dem Adressatenkreis Unternehmen und Anbieter zugeordnet, damit eine allgemeine Tendenz festgehalten werden konnte. Insgesamt werden alle Stakeholdergruppen angesprochen, wobei Unternehmen (50,77 %) und Regierung/politische Gruppen (52,31%) deutlich häufiger adressiert wurden als Kunden (6,15%) und Investoren (6,15%). Gemeinden (24,62 %), Arbeitnehmer (10,77 %) und Anbieter/Lieferanten (16,92 %) liegen im Mittelfeld. Ein Ziel für die aktuelle Forschung könnte somit sein, den Bereich der Fallstudien, Labor-/Feldexperimente sowie der Aktionsforschung auszubauen, um gerade die weniger beachteten Adressatenkreise stärker als bisher zu adressieren und hierfür aktuelle praxis-nahe Ergebnisse zu erarbeiten.

## 4.5 Herausforderungen

Schließlich wurden alle 65 Artikel anhand der PEST-Analyse (PEST steht für **P**olitical, **E**conomic, **S**ocial, and **T**echnological) analysiert. Die identifizierten Herausforderungen für den Bereich Green IT/IS wurden in vier unterschiedliche Kategorien (organisatorisch, technologisch, politisch, ökonomisch) untergliedert und können Tabelle 3 aus dem Anhang (vgl. [www.uwi.uos.de/GreenIT\\_IS\\_Review\\_MKWI2012.pdf](http://www.uwi.uos.de/GreenIT_IS_Review_MKWI2012.pdf)) entnommen werden. Unter ökonomischen Gesichtspunkten ist beispielsweise die Konkurrenzfähigkeit „grüner“ Produkte gegenüber konventionellen Produkten als Herausforderung zu erwähnen [10]. Ebenfalls sollte der Erfolg von Green IT/IS Maßnahmen messbar sein, um die Akzeptanz für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung stärker motivieren zu können [4]. Auf politischer Ebene sollten Anreize für Unternehmen nachhaltig zu agieren geschaffen werden [4]. Auch der Nutzerakzeptanz von betrieblichen Umweltinformationssystemen und -technologien kommt eine wichtige Bedeutung zu [31].

# 5 Zusammenfassung und Implikationen

## 5.1 Implikationen für Wissenschaft und Praxis

Für die zukünftige Forschung im Bereich Green IS besteht Entwicklungs- und Ausbaubedarf. Die Forschung auf diesem Gebiet steht, nach den hier analysierten Ergebnissen, noch am Anfang. Aktuell gewinnt das Thema Green IS, wie in Bild 2 gesehen, immer mehr an Bedeutung. Die Ausweitung von IS-Theorien sowie bestimmter Forschungsmethoden (siehe Tabelle 6) kann unter Umständen eine vorhandene Forschungslücke schließen. Um die Forschung weiter voranzutreiben und Implikationen für Wissenschaft und Praxis zu gewinnen, erscheint eine Erweiterung von Fallstudien, Experimenten und Labor-/Feldexperimenten interessant. Auch die Einführung von Aktionsforschung sowie verhaltensbasierter Forschung kann wichtige neue Erkenntnisse liefern, welche den Reifegrad der Forschung erhöhen können. Insgesamt ist festzuhalten, dass im Bereich der Akzeptanzforschung verhältnismäßig wenige Beiträge zu finden sind, welche sich zudem hauptsächlich im Bereich Green IT bewegen.

## 5.2 Forschungsagenda

Wie aus der systematischen Literaturanalyse hervorgeht besteht aktuell im Bereich der Green IS Forschung noch Entwicklungspotenzial, sodass die Aufstellung einer Forschungsagenda (Tabelle 7) hilfreich erscheint, um dem Themengebiet zukünftig eine größere Bedeutung zu verleihen. Ziel ist es, die Forschung im Bereich Green IS, insbesondere im Bereich der Akzeptanzforschung, weiter voranzutreiben, um die identifizierte Forschungslücke zu schließen: Bisher wurden in den identifizierten Beiträgen keine Referenzmodelle sowie Reifegradmodelle für die Akzeptanzforschung (Akzeptanzmessung und Maßnahmen zur Steigerung) im Bereich Green IS entwickelt. Referenzmodelle stellen sowohl eine sinnvolle Unterstützung für eine organisationale Strukturierung als auch für die Softwareentwicklung und -implementierung dar [15] [25]. Aus diesem Grund besteht für die zukünftige Forschung in diesem Bereich Entwicklungsbedarf. Um sich diesem Problemfeld zu nähern sollten zunächst theoretische und praktische Erkenntnisse zusammengetragen und kategorisiert werden sowie offenen Fragen und Probleme definiert werden. Hierzu eignen sich systematische Literaturanalysen, in denen der Stand der

aktuellen Forschung aufgedeckt wird (Schritt 1 der Forschungsagenda). Im nächsten Schritt lassen sich dann, auf Basis der Literaturanalysen, Referenzmodelle und Konzepte entwickeln. Diese sollten im Folgenden, Schritt 3 der Forschungsagenda, auf ihre allgemeine Anwendbarkeit validiert werden. Dies kann beispielsweise durch qualitative und quantitative Querschnittsanalysen, Fallstudien oder Experimentalforschung stattfinden. Nach der Evaluierungsphase geht es in die Verbesserungsphase, in der kontinuierlich Anpassungen der entwickelten Referenzmodelle vorgenommen werden, indem zusätzlich Akzeptanz steigernde Maßnahmen identifiziert und angewendet werden. An dieser Stelle ist die Aktionsforschung und verhaltensbasierte Forschung interessant, um einer besseren Ausrichtung von Menschen, Prozessen und IT im Bereich Green IS gerecht zu werden und diese Betrachtungsobjekte noch stärker in Verbindung zueinander zu setzen.

<b>ZIEL:</b> <b>Entwicklung, Evaluierung und Anwendung von Konzepten, Referenzmodellen, Reifegradmodellen und Theorien im Bereich der Akzeptanz- und Diffusionsforschung von Green IT/IS</b>				
<b>4. Verbesserungsphase</b>	Verhaltensforschung (Ausrichtung von Menschen, Prozessen, IT)	Welche Methoden dienen zur Akzeptanzmessung? Wie kann Akzeptanz von Green IT/IS gesteigert werden?	Aktionsforschung / verhaltensbasierende Forschung	Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz / Reifegradmodelle/ Benchmarking
<b>3. Evaluationsphase</b>	Akzeptanzforschung im Bereich Green IS (Menschen, Prozesse, IT)	Wie weit ist die Entwicklung der Akzeptanz von Green IT/ IS/ Nachhaltigkeitsmodellen?	Qualitative/quantitative Querschnittsanalyse / Experimentalforschung / Fallstudien	Theorieentwicklung
<b>2. Konstruktionsphase</b>	Akzeptanzforschung im Bereich Green IS (Menschen, Prozesse, IT)	Welche Faktoren spielen bei der Akzeptanz von Green IT/IS eine Rolle?	Metaanalyse	Referenzmodelle/ Belief-Action-Outcome Modell
<b>1. Problem / Definitionsphase</b>	Was ist Green IT/IS (Konzeptualisierung)?	Wo sind Forschungslücken? Wie weit ist die Forschung?	Systematische Literaturanalyse	State-of-the-Art / Forschungsagenda (✓)
	<b>Forschungsbereich</b>	<b>Forschungsfragen</b>	<b>Forschungsmethoden</b>	<b>Ergebnisse</b>

Zunehmender Reifegrad der Forschung ↑

**Tabelle 7: Forschungsagenda**

## 6 Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts "IT-for-Green:Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0" entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

## 7 Literatur

- [1] Ahlemann, F; Arbi FE; Kaiser, M; Heck, A (2008): Standing on Firm Ground: The role of empirical evidence and theory in Project Management research. EBS Business School Research Paper Series.
- [2] Akbari, H et al. (2010): Theories Used in IS Research Wiki. URL: [http://www.fsc.yorku.ca/york/istheory/wiki/index.php/Main\\_Page](http://www.fsc.yorku.ca/york/istheory/wiki/index.php/Main_Page) (Abgerufen am 14.12.2011).
- [3] Bansal, P; Roth, K (2000): Why Companies go Green: A Model of Ecological Responsiveness. *Academy of Management Journal* 43(4): 717-736.
- [4] Bose, R; Luo X (2011): Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization – A theoretical perspective. *Journal of Strategic Information Systems* 20(1), 38-54.
- [5] Butler, T (2011): Compliance with institutional imperatives on environmental sustainability: Building theory on the role of Green IS. *Journal of Strategic Information Systems* 20/2011: 6-26.
- [6] Chen, A; Boudreau, M; Watson, R (2008): Information Systems and ecological sustainability. *Journal of Systems and Information Technology* 10(3): 186-201.
- [7] Chen, A; Watson, R; Boudreau, M (2009): Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective. *International Conference on Computer and Information Science*.
- [8] Chen, A; Watson, R; Boudreau, M; Karahanna, E (2010): An Institutional Perspective on the Adoption of Green IS & IT. *Australasian Journal of Information Systems* 17(1): 23-45.
- [9] Chen, C (2001): Design for the Environment: A Quality-Based Model for Green Product Development. *Management Science* 47(2): 250-263.
- [10] Dangelico, R; Pujari, D (2010): Mainstreaming Green Product Innovation: Why and How Companies Integrate Environmental Sustainability. *Journ. of Bus. Ethics* 95: 471-486.
- [11] Dibbern, J, Goles, T, Hirschheim, R, Jayatilaka, B (2004): Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. *The DATA BASE for Advances in Information Systems* 35(4):6-102.
- [12] Dedrick, J (2010): Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research. *Communications of the Association for Information Systems* 27(1): 173-184.
- [13] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art – Eine Untersuchung der Forschungsmethode "Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48(4): 257-266.
- [14] Gundlach, C; Nähler, H (2006): Innovation mit TRIZ Konzepte, Werkzeuge, Praxisanwendungen. 1. Auflage. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf.
- [15] Keller, G; Teufel, T (1998) SAP R/3 prozeßorientiert anwenden. Iteratives Prozeß-Prototyping zur Bildung von Wertschöpfungsketten. Addison-Wesley, Bonn.



- [16] Lim, S; Saldanha, T; Malladi, S; Melville, NP (2009) Theories Used in Information Systems Research: Identifying Theory Networks in Leading IS Journals. 13th International Conference on Information Systems.
- [17] Loos, P; Nebel, W; Gómez, J; Hasan, H; Watson, R; vom Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: A Matter of Business and Information Systems Engineering. Business & Information Systems Engineering 4/2011: 245-252.
- [18] Marrone, M; Schmidt, NH; Kossahl, J; Kolbe, LM (2011) Creating a Taxonomy of Corporate Social Responsibility, Sustainability, Stakeholders, Environment, Green IS, and Green IT: A Literature Review, Working Paper on Information Systems: 11-17.
- [19] Melville, NP (2010): Information Systems innovation for environmental sustainability. MIS Quarterly 34(1): 1-21.
- [20] Molla, A, Pittayachawan, S; Corbitt, B; Deng, H (2009): An international comparison of Green IT Diffusion. International Journal of e-Business Management 3(2): 3-23.
- [21] Molla, A (2011): GITAM: a model for the acceptance of green IT. 19th Australasian Conference on Information Systems.
- [22] Molla, A (2011): Green IT Adoption: A motivational perspective. 15th Pacific Asia Conference on Information systems.
- [23] Molla, A (2011): The Green IT Readiness (G-Readiness) of Organizations: An Exploratory Analysis of a Construct and Instrument. Communications of the Association for Information Systems 29/1: 67-96.
- [24] Murugesan, S (2008): Harnessing Green IT: Principles and Practices II. IT Professional (Jan/Feb.): 24-33.
- [25] Scheer, AW (1998): Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, Studienausg., 2., durchges. Aufl. Springer, Berlin.
- [26] Teuteberg, F; Wittstruck, D (2010): A Systematic Review of Sustainable Supply Chain Management Research What is there and what is missing? Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010: 1001-1015.
- [27] Vazquez, R; Rocha, E; Dominguez, S; Morales, D; Ahluwalia, P (2011) Green IS and Green IT: Organizational awareness, readiness and competitiveness. Proceedings of the 17th Americas Conference on Information Systems.
- [28] Watson, R; Boudreau, M; Chen A; Huber M (2008): Green IS: Building Sustainable Business Practices. Information Systems: 1-17.
- [29] Watson, R; Boudreau, M; Chen A (2010): Information Systems and environmentally sustainable development: Energy Informatics and new directions for the IS Community. MIS Quarterly 34(1): 23-38.
- [30] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. Wirtschaftsinformatik 49(4): 280-287.
- [31] Williams, MD; Dwivedi, YK; Lal, B; Schwarz, A (2009) Contemporary trends and issues in IT adoption and diffusion research, Journal of Information Technology 24(1): 1–10.



# Nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement – Status Quo und Forschungsagenda

**Jens Meyer, Frank Teuteberg**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: jens.meyer|frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

## Abstract

Nachhaltigkeit gewinnt in der Unternehmenspraxis an Bedeutung. Dabei stehen derzeit die Steigerung der Energieeffizienz sowie die Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang der Geschäftsprozesse im Mittelpunkt der Betrachtung. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich des nachhaltigen Geschäftsprozessmanagements, diskutiert offene Forschungsfragen und Problemfelder und leitet daraus eine Forschungsagenda ab. Des Weiteren werden ein Prozesslebenszyklus sowie ein konzeptionelles Modell für ein nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement vorgestellt.

## 1 Einleitung und Motivation

Die unternehmerische Nachhaltigkeit ist entscheidend für den Unternehmenserfolg. Trotz des bereits in den 1980er Jahren veröffentlichten Brundtland-Berichts zur nachhaltigen Entwicklung [5] stand noch in den 1990er Jahren die ökonomische Sichtweise im Vordergrund unternehmerischer Entscheidungen. Erst seit Ende der 1990er Jahre befinden sich zunehmend auch ökologische und soziale Ziele im Bereich der Unternehmensentwicklung in der Diskussion. Nachhaltige Organisationen versuchen hierfür den sogenannten „Sweet Spot“ der Nachhaltigkeit zu finden, d.h. den Bereich, der die ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte in idealer Weise in sich vereint [28]. Der Blickpunkt der Forschung richtet sich dabei insbesondere auf die Steigerung der Energieeffizienz sowie die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang von Geschäftsprozessen und im Bereich der Nutzung informationstechnologischer Komponenten [6], [25]. Primär steht dabei die Verbesserung der Energienutzung in Rechenzentren im Mittelpunkt der Betrachtung [31]. Loos et al. zeigen, dass die Wirtschaftsinformatik durch die Gestaltung und Implementierung entsprechender Informationssysteme wichtige Beiträge zur Analyse, Gestaltung, Modellierung und Steuerung nachhaltiger Geschäftsprozesse leisten kann [25]. Das Ziel dieses Beitrages ist, zunächst eine Übersicht über den derzeitigen Forschungsstand im Bereich des nachhaltigen Geschäftsprozessmanagements zu geben, um daran anschließend Möglichkeiten für die weitere Forschung aufzuzeigen. In Abschnitt 2 werden hierfür zunächst die relevanten Begriffe abgegrenzt. Abschnitt 3 stellt das methodische

Vorgehen sowie das verwendete Analyseframework vor. Die Ergebnisse der Literaturanalyse werden in Abschnitt 4 präsentiert und bewertet. In Abschnitt 5 wird zuerst ein Referenzmodell für nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement (GPM) aus den Ergebnissen der Literaturanalyse entwickelt; anschließend wird in Abschnitt 6 zur Veranschaulichung einer möglichen Integration in Unternehmen ein Prozesslebenszyklus präsentiert und dessen Anwendbarkeit in ein konzeptionelles Modell übertragen und durch entsprechende Software implementiert. Abschnitt 7 beinhaltet schließlich eine Forschungsagenda.

## 2 Begriffsabgrenzungen

Der Begriff Nachhaltigkeit wurde ursprünglich für verantwortungsbewusstes Abholzen von Wäldern verwendet, in den 1980er Jahren aber auch in den unternehmerischen Kontext eingeführt. Der Abschlussbericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland-Kommission) von 1987 prägte den Begriff der nachhaltigen Entwicklung [5]. Sikdar (2003) definiert Nachhaltigkeit als eine sinnvolle Balance zwischen ökonomischer Entwicklung, ökologischer Verantwortung und sozialer Gleichheit [38]. Dieser Beitrag folgt dieser Begriffsabgrenzung, legt dabei aber den Schwerpunkt der Analyse auf die ökonomischen und ökologischen Aspekte der Nachhaltigkeit, da diese beiden Bereiche derzeit im Fokus der Betrachtung in den im Rahmen der Literaturanalyse identifizierten Beiträgen stehen.

Unter GPM wird im Allgemeinen sowohl das Planen, Steuern und Kontrollieren von Geschäftsprozessen als auch deren kontinuierliche Verbesserung verstanden [3]. Dabei existieren viele Modelle, wie z.B. das häufig verwendete Plan-Do-Check-Act-Modell von Deming [8] oder Notationen zur Beschreibung von Geschäftsprozessen wie z.B. ereignis-gesteuerte Prozessketten (EPK) oder Business Process Model and Notation (BPMN).

## 3 Vorgehensweise

Der Aufbau dieses Beitrages richtet sich nach dem Analyseframework von Dibbern et al. [9]. Das bedeutet, dass zunächst die Motivation für nachhaltiges GPM aufgezeigt wird (vgl. hierzu Abschnitte 1 und 2). Danach wird ein Überblick über die bisherige Forschung im nachhaltigen GPM in Form einer systematischen Literaturanalyse vorgenommen, um die bereits in den identifizierten Beiträgen untersuchten Perspektiven auf dieses Thema aufzuzeigen. Diese Analyse bildet die Grundlage für eine Untersuchung der verwendeten Forschungsmethoden und offener Forschungsfragen sowie Problemfelder der bisherigen Beiträge zu diesem Thema. Zusätzlich wird ein Referenzmodell für die Darstellung der Zusammenhänge eines nachhaltigen GPM in Unternehmen entwickelt. Anschließend zeigen ein erweiterter Prozesslebenszyklus und ein konzeptionelles Modell die Anwendbarkeit dieses Modells auf. Aus den Ergebnissen der Literaturanalyse wird schließlich eine Forschungsagenda abgeleitet.

Phase	Stufen	Forschungsfrage/Inhalt	Abschnitt
Motivation	1. Warum?	Warum nachhaltiges GPM?	1
Rahmen und angewandte Methoden	2. Was?	Welche Perspektiven auf nachhaltiges GPM bestehen?	4
	3. Wie?	Welche Forschungsmethoden wurden angewandt?	4
Evaluation	4. Resultat	Offene Forschungsfragen, Problemfelder	4
	5. Implikationen	Implikationen für die zukünftige Forschung (Forschungsagenda)	7

**Tabelle 1: Analyseframework [9]**

Um Limitierungen durch den Literaturselektionsprozess zu vermeiden, wurden die analysierten Journals und Konferenzen nach dem Schema von Fettke eingegrenzt [11]:

1. Festlegung des zu untersuchenden Gebiets: Der Untersuchungsgegenstand und entsprechende Definitionen wurden bereits in Abschnitt 1 und 2 erläutert.
2. Konzeptualisierung der Forschungsthematik: Die zu untersuchenden Aspekte des nachhaltigen GPM werden in diesem (vgl. Tabelle 1) und den vorherigen Abschnitten 1 und 2 genannt.
3. Eigentliche Literaturanalyse: Aufgrund des hier vorgelegten Standpunktes der Unterstützung des nachhaltigen GPM durch entsprechende Informationstechnologien, wurde primär nach Veröffentlichungen in den im Anhang zu diesem Beitrag aufgeführten Journals und Konferenzen im Wirtschaftsinformatik- sowie im Managementbereich (nach VHB sowie WKWI A-, B- und C-gerankt) recherchiert. Deren Übersicht kann unter [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_SBPM\\_Meyer\\_Teuteberg\\_MKWI12.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_SBPM_Meyer_Teuteberg_MKWI12.pdf) eingesehen werden. Die gefundenen Quellen reichen bis in das Jahr 2003 zurück. Konkret wurde in den aufgeführten Publikationsorganen nach Beiträgen gesucht, welche die in Tabelle 2 aufgeführten Begriffskombinationen enthalten.

Deutsch	Englisch
Grünes Geschäftsprozessmanagement; grünes GPM; nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement; nachhaltiges GPM; grünes Prozessmanagement; grünes PM; nachhaltiges Prozessmanagement; nachhaltiges PM; grüner Geschäftsprozess; nachhaltiger Geschäftsprozess	Green business process management; green BPM; sustainable business process management; sustainable BPM; green process management; green PM; sustainable process management; sustainable PM; green business process; sustainable business process

**Tabelle 2: Verwendete Suchbegriffe**

Die Literaturverzeichnisse der auf diese Weise identifizierten Beiträge wurden wiederum nach relevanten Beiträgen durchsucht. Geachtet wurde in den Beiträgen insbesondere auf die Adressierung der drei Nachhaltigkeitsschwerpunkte. Indem Wert auf die angewandte Forschungsmethode sowie die Artefakte und Ergebnisse der einzelnen Beiträge gelegt wurde, konnte ein Überblick über die bisher erreichten Forschungsergebnisse gewonnen und eine Forschungsagenda abgeleitet werden.

## 4 Ergebnisse der systematischen Literaturanalyse

Mit 21 identifizierten Beiträgen ist das Ergebnis der Literaturanalyse zum Themenbereich „nachhaltiges GPM“ gering (siehe Tabelle 3). So wird das Thema in sechs Quellen lediglich beiläufig erwähnt und sich für den Einsatz von nachhaltigem GPM ausgesprochen, jedoch werden keine weiteren Gründe hierfür genannt [14], [30]. Aufgrund dessen wird sich im Folgenden auf diejenigen Beiträge konzentriert, die sich primär mit nachhaltigem GPM beschäftigen. In Tabelle 3 befinden sich Fachbeiträge, die sich konkret mit den Themen „Green BPM“ bzw. „Sustainable BPM“ auseinandersetzen und daher für diesen Themenbereich bedeutsam sind. In diesen 15 Beiträgen zeigt sich deutlich die unterschiedliche Konzentration auf einzelne Aspekte der Nachhaltigkeit (vgl. Tabelle 3). Die Beiträge aus dem Gebiet der Wirtschaftsinformatik berufen sich auf die informationstechnologische Sichtweise, indem GPM-Software mit ökologischen Faktoren und Kennzahlen erweitert werden soll [11][19][20][23][29][32]. Ein weiterer Ansatz zur Unterstützung oder Einführung von nachhaltigem GPM ist die Erweiterung bestehender Geschäftsprozessmodelle bzw. deren Notation mit ökologischen Indikatoren [16][18][29]. Dabei wird in Verbindung mit Green IT vor allem der BPMN-Standard als Grundlage für die Annotation von CO<sub>2</sub>-Emissionen oder die Darstellung von Abfallmaterial verwendet [13][16][18]. Im Folgenden sollen weitere Aspekte hervorgehoben werden, die aufgrund ihrer Häufigkeit für die weitere Forschung interessant erscheinen. So wird in sechs der 15 genannten Beiträge die Relevanz von Performance Indikatoren – unter anderem Key Ecological Indicators oder Environmental Performance Indicators genannt – als Instrumente der prozessualen Nachhaltigkeit hervorgehoben, um die Ergebnisse der durchgeführten Geschäftsprozessumstrukturierungen messen zu können [2][18][21][23][29][32].

Nr.	Fachbeitrag / Autoren	Angesprochene Nachhaltigkeitsbereiche			Forschungsmethoden (in Anlehnung an Wilde und Hess 2007, [39])	Artefakte / Forschungsergebnisse
		Öko-nomisch	Öko-logisch	Sozial		
1	Alemayehu, vom Brocke ('10/'11) [2]	***	***	***	Fallstudie	Nachhaltige Performance Indikatoren (evaluiert)
2	Cleven et al. ('10/'11) [7]	***			Quantitative Querschnittsanalyse	Forschungsagenda
3	Ghose et al. ('09) [13]	*	***		empirische Studie, Fallstudie	Forschungsagenda
4	Hailemariam, vom Brocke ('10/'11) [14]	**		***	Referenzmodellierung, qualitative Querschnittsanalyse, Fallstudie	Generisches nachhaltiges GPM-Framework (evaluiert)
5	Hoesch-Klohe, Ghose ('10) [17]		***		Simulation, Darstellung eines Frameworks (Abnoba)	Abnoba Framework zur CO <sub>2</sub> -bewussten Prozessgestaltung [16]
6	Hoesch-Klohe et al. ('10) [18]	*	***		Konzeptionell-deduktive Analyse	Modell zur Integration von CO <sub>2</sub> -Annotationen im BPMN
7	Houy et al. ('11a) [19]		***		argumentativ-deduktive Analyse, Anwendungsszenarien	Potenziale und Herausforderungen für grünes GPM

Nr.	Fachbeitrag / Autoren	Angesprochene Nachhaltigkeitsbereiche			Forschungsmethoden (in Anlehnung an Wilde und Hess 2007, [39])	Artefakte / Forschungsergebnisse
		Ökonomisch	Ökologisch	Sozial		
8	Houy et al. ('11b) [20]	**	***		Konzeptionell-deduktive Analyse, Anwendungsszenarien	Potenziale und Herausforderungen für grünes GPM (anhand eines Prozesslebenszyklus)
9	Isaksson, Garvare ('03) [21]	*	**	**	argumentativ-deduktive Analyse	Prozessmodell zur Strukturierung existierender Indikatoren für nachhaltige Entwicklung
10	Isaksson ('06) [22]	*	*	*	argumentativ-deduktive Analyse	Framework für Total Quality Management und nachhaltige Entwicklung von Prozessen
11	Kundisch et al. ('10) [24]	***	***	***	argumentativ-deduktive Analyse	Idealisiertes Modell zur einfacheren Entscheidungsfindung bei alternativen Prozessdesigns
12	Loos et al. ('11) [25]	***			argumentativ-deduktive Analyse	Arbeitsagenda für Green BPM auf Basis eines klassischen Prozesslebenszyklus
13	Nowak et al. ('11) [29]	*	***		argumentativ-deduktive Analyse	Forschungsagenda bzgl. Business Process Reengineering
14	Recker et al. ('10/'11) [32]	*	***		Fallstudie	Darstellung der Messung des Carbon Footprint
15	Seidel et al. ('11) [37]		***		konzeptionell-deduktive Analyse	Aufruf zur Forschung bzgl. der Rolle des GPM im Bereich Green IS
	Gesamt	16	28	10		

\*\*\* : Im Vordergrund, Hauptthema;

\*\* : Auch im Blickfeld der Betrachtung, Nebenthemen

\* : Wird erwähnt, aber nicht näher darauf eingegangen

**Tabelle 3: Adressierte Nachhaltigkeitsbereiche**

Neben den informationstechnologischen Aspekten werden in deren Kombination zusätzlich Möglichkeiten der als zwingend notwendig angesehenen Geschäftsprozessrestrukturierung erwähnt. Im Vordergrund steht dabei oft das von Hammer eingeführte Business Process Reengineering (BPR) [15]. Im Gegensatz zur statistischen Prozesskontrolle stellt diese Methode einen radikalen Ansatz dar, der einmalig in der Prozess(re)design-Phase zu Verbesserungen der Prozessstrukturen führen soll, und insbesondere in [2], [7] und [29] Beachtung findet. Bei der statistischen Prozesskontrolle, welche zu einer zeitgerechten Qualitätsverbesserung führen soll, handelt es sich dagegen um einen langfristigen Umstrukturierungsansatz [2], der in den gefundenen Beiträgen eher vernachlässigt wird. Einen ganzheitlichen Ansatz in Bezug auf die Nachhaltigkeit im Geschäftsprozessmanagement verfolgen lediglich die Beiträge von Alemayehu und vom Brocke [2] sowie von

Kundisch et al. [24], die in ihrer Fallstudie bzw. ihrem – wie es die Autoren nennen – „idealisierten“ Geschäftsprozessmodell alle drei Nachhaltigkeitsziele primär untersuchen. Ansonsten wird vor allem der soziale Aspekt nur selten in den Vordergrund gerückt. Auch wenn die bisher gefundenen Beiträge erste Ansätze für ein nachhaltiges GPM hervorgebracht haben, sind weiterhin zahlreiche offene Fragen und Problemfelder in diesem Bereich vorhanden. Zur Kategorisierung dieser Problemfelder wurde eine angepasste Version der STEEP-Analyse (social, technological, economic, ecological, political; [12]) durchgeführt und durch einen organisationalen Gesichtspunkt erweitert. Die Gründe für diese Art der Analyse liegen in ihren Ausprägungen. Einerseits sind alle drei Bereiche der Nachhaltigkeit gegeben (ökonomisch (E), ökologisch (E), sozial (S)) und andererseits werden auch die unterstützenden Aspekte, wie Technologien (T) sowie politisch-rechtliche (P) Voraussetzungen kategorisiert.

Bereich	Fragen
Sozial	Wie können soziale Metriken in das Process Performance Management (PPM) integriert werden? [7] Sollen alle Organisationsmitglieder in grünes Business Process Engineering (gBPR) mit einbezogen werden? [29]
Technologisch	Welche Aspekte müssen bei der Umsetzung/Entwicklung von nachhaltiger GPM-Software beachtet werden? [11][18][19][22][32] Welche Funktionen sollte nachhaltige GPM-Software besitzen / vereinen / unterstützen? [11] Wie können kritische Enabler (Prozessdesign, Metriken, Ausführende, Infrastruktur, Eigentümer) Prozessnachhaltigkeit unterstützen? [2] Wie kann GPM Green IT grundlegend unterstützen und generell die Nachhaltigkeit von Geschäftsaktivitäten im Allgemeinen verbessern? [19] Können existierende Tools an nachhaltiges GPM angepasst oder neu entwickelt werden? [19] Sind alle Voraussetzungen für gBPR-Tools (z.B. enge Verbindung zu Geschäftsprozessen) gegeben? [29] Welche Kriterien werden für das Messen grüner Effekte von IKT (z.B. Key Ecological Indicators) in Bezug auf alle Geschäftsprozesse benötigt bzw. müssen dafür definiert werden? [29]
Ökonomisch	Welche (Performance-)Indikatoren können für die Messung einer Verbesserung gefunden und eingesetzt werden? [2][18] Können nachhaltige Gewinne durch das Befolgen von PPM erzielt werden? [7] Wie können Verbesserungen nachhaltiger Geschäftsprozesse ohne den Verlust der Kosteneffizienz implementiert werden? [19] Welche Instrumente (z.B. EFQM, Sustainability BSC) können für die Messung, Abbildung und Evaluation der Unternehmensnachhaltigkeit eingesetzt werden? [23]
Ökologisch	Existiert eine Richtlinie für die Identifikation aller relevanten Ressourcen für grünes GPM? [18] Wie können ökologische Aspekte/Indikatoren aggregiert werden, um ein abstrakteres und einfacheres Verständnis von nachhaltigem GPM zu erhalten? [18] Wie kann die Effizienz des Ressourcenverbrauchs gesteigert werden, um die Nachhaltigkeit von Geschäftsprozessen zu unterstützen? [19] Wie kann der Büro-Energieverbrauch für mehrere Geschäftsprozesse für verbesserte Ergebnisse aufgeteilt werden? [32]
Politisch/ Rechtlich	Inwiefern müssen staatliche Richtlinien für nachhaltiges GPM befolgt werden und wie kann dieses durch die Regierung unterstützt werden? [2][11]
Organisatorisch	Können nachhaltige Geschäftsprozesse durch PPM eingeführt und aufrechterhalten werden? [7]

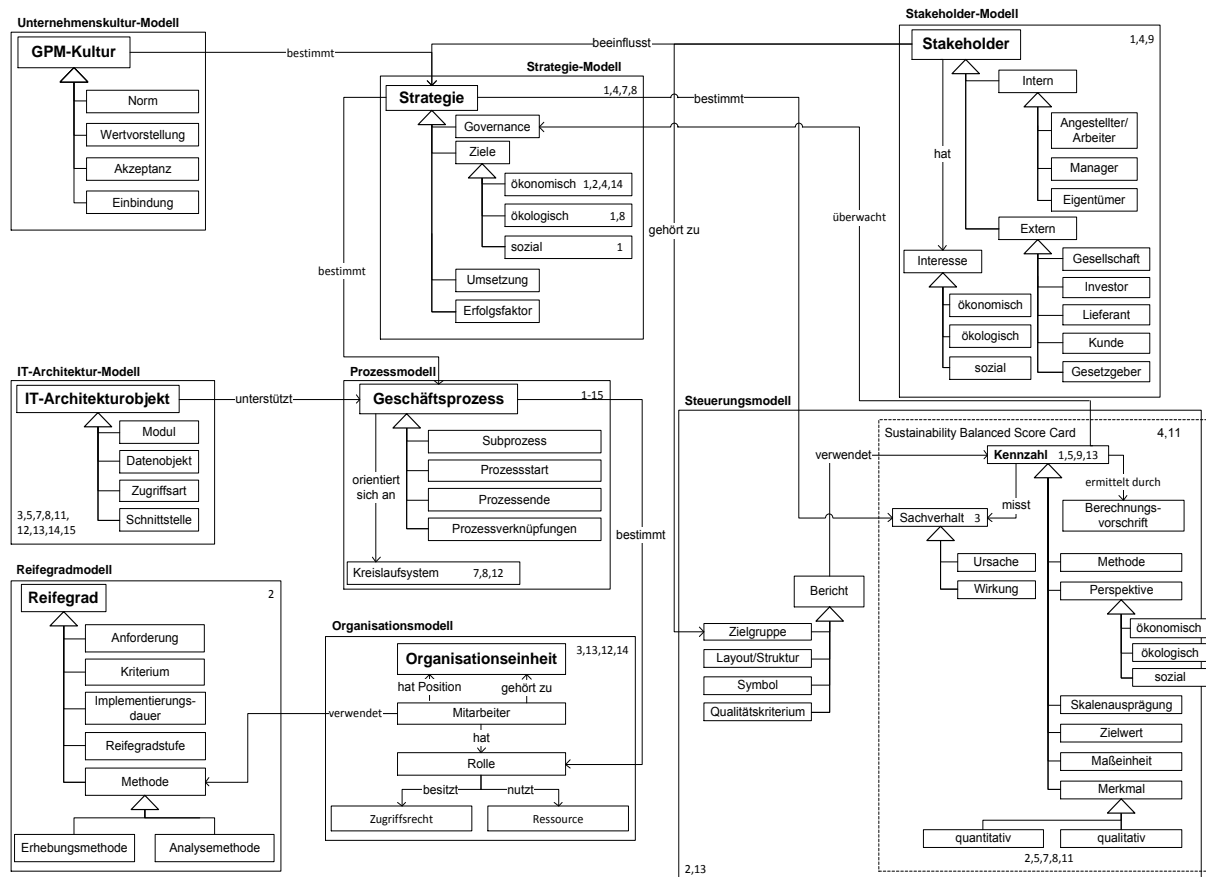


	<p>Inwiefern decken sich PPM-Methoden mit anderen strategischen Performance Management- und Nachhaltigkeitsinitiativen? [7]</p> <p>Welche organisationalen Richtlinien müssen befolgt werden (Compliance-Aspekt)? [11]</p> <p>Warum haben Organisationen Probleme mit der Implementierung nachhaltiger Geschäftsprozesse bzw. mit dem GPM? [2]</p> <p>Wie können die Interessen aller relevanten Stakeholder für die Forcierung von nachhaltigem GPM angesprochen werden? [2]</p> <p>Werden alle Organisationsmitglieder mit einbezogen? [29]</p> <p>Sind Ansätze gegenüber Green IT in der Lage BPR-Methoden mit einer organisationalen Infrastruktureorganisation zu kombinieren? [29]</p> <p>Wie können Geschäftsprozesse erzielt werden, die funktional äquivalent oder höchst ähnlich zu früheren Prozessen aber dennoch nachhaltiger sind, wenn Key Ecological Indicators ausgeführt werden? [29]</p> <p>Wird der menschliche Faktor in den Änderungsprozess integriert, um organisationale Ineffizienzen zu vermeiden? [29]</p>
--	--

**Tabelle 4: Offene Forschungsfragen und Problemaspekte (STEEPO-Analyse)**

## 5 Referenzmodell für nachhaltiges GPM

In diesem Abschnitt wird zunächst ein Überblick über die Zusammenhänge des nachhaltigen GPM in Form eines Referenzmodells [40] (vgl. Bild 1) gegeben. Dabei wird durch Angabe der jeweiligen Referenzen aufgezeigt wie die bisherigen Beiträge ihre Forschungsschwerpunkte gesetzt haben. In diesem Modell steht aufgrund des Themenschwerpunktes der Geschäftsprozess im Mittelpunkt der Betrachtung. Außerdem sind alle wichtigen direkten und indirekten Unternehmensbereiche mit Verbindung zum Geschäftsprozessmanagement als Partialmodelle aufgeführt. Um hervorheben zu können, welche Schwerpunkte in den untersuchten Beiträgen gewählt wurden und welche Gemeinsamkeiten sie haben, sind die Beiträge aus Tabelle 3 in den jeweiligen Teilen des Referenzmodells notiert. Dabei wurden sie nur an den Stellen vermerkt, die konkret angesprochen wurden. Nicht zuletzt allein aufgrund der Recherche im Wirtschaftsinformatikbereich wird zudem deutlich, dass ein wesentlicher Schwerpunkt in der Unterstützung der Prozessverbesserung durch entsprechende Software liegt. Einige Autoren bezeichnen das nachhaltige GPM auch als Schnittmenge aus Geschäftsprozessmanagement und Green IT [20].



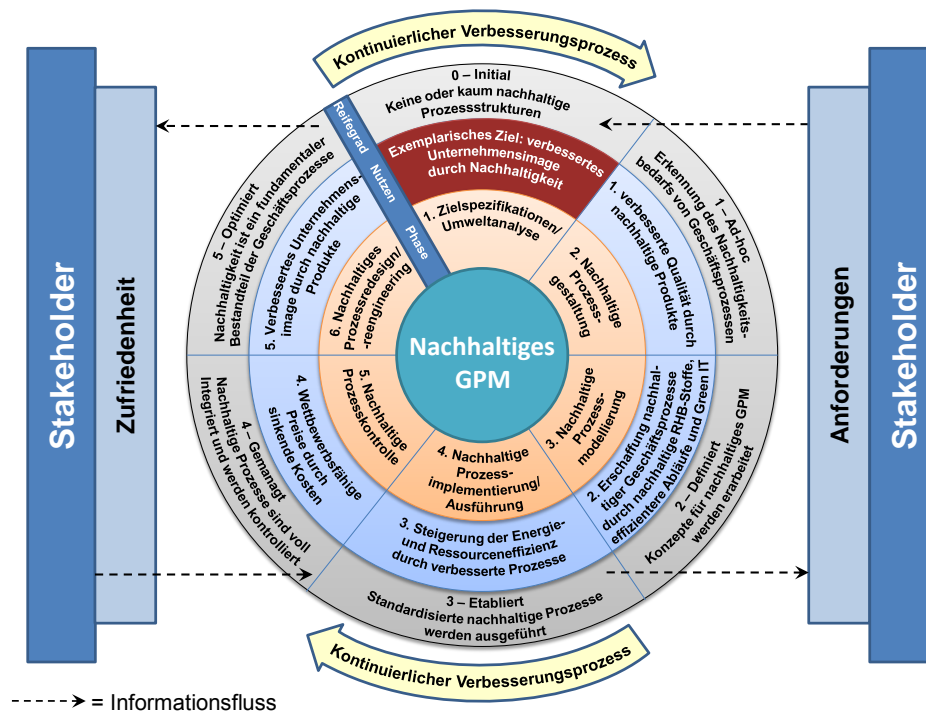
**Bild 1:** Referenzmodell für nachhaltiges GPM (in Anlehnung an [40])

Das Referenzmodell zeigt weiterhin die deutliche Relevanz der in Abschnitt 4 genannten Ecological Performance Indicators, bei denen vor allem zwei allgemein akzeptierte Kennzahlen für die Messung der Nachhaltigkeit genannt ([13][16][18][24][32]) werden – zum einen der verursachte CO<sub>2</sub>-Ausstoß und zum anderen der Energieverbrauch bzw. die Energieeffizienz. Problematisch gestaltet sich allerdings deren Berechnung, da eine hohe Anzahl unterschiedlicher Berechnungsansätze existiert [32]. All diese Maßnahmen können nur mit einer entsprechenden Unternehmenskultur, die Einfluss auf die Strategie nimmt, verwirklicht werden [33]. Der Fortschritt der Implementierung kann durch ein entsprechendes Reifegradmodell für das nachhaltige GPM dargestellt werden [33].

## 6 Prozesslebenszyklus eines nachhaltigen GPM

Aus den aus Tabelle 4 hervorgegangenen Fragen, bei denen sich allein 10 von 27 mit der Umsetzung („Wie?“) beschäftigen, und der sich aus dem Referenzmodell ergebenden Übersicht lassen sich neue Aufgaben/Zielvorgaben ableiten, die in Zukunft näher erforscht werden sollten. Diese Vorgaben werden in diesem und Abschnitt 7 aufgezeigt.

Als Ausgangsposition für eine Forschungsagenda eignet sich der in Bild 2 dargestellte Prozesslebenszyklus. Dieser wurde durch das BPM Application Wheel von Scheer inspiriert [35], während sich der Ablauf an den „klassischen“, häufig in der Literatur genannten Phasen des Geschäftsprozessmanagements orientiert.



**Bild 2:** Prozesslebenszyklus eines nachhaltigen Geschäftsprozessmanagements

Ein nachhaltiges GPM setzt zunächst eine entsprechende Unternehmenskultur voraus, damit eine einheitliche Denkweise bezüglich der Zielsetzungen des Unternehmens und notwendiger Änderungen besteht [33] und eine angemessene Strategie ausgearbeitet werden kann. Diese bedingt eine vorherige Analyse der Unternehmensumwelt, um die Zielspezifikationen definieren zu können. Um die Reaktionen bzw. Nutzeneffekte der einzelnen Phasen verdeutlichen zu können, wurde exemplarisch in den Prozesslebenszyklus eine Reaktionskette integriert (mittlere Ebene). Diese zeigt in der ersten Phase als ein Beispiel für viele mögliche Zielsetzungen im Bereich des nachhaltigen GPM die Zielsetzung „Verbesserung des Unternehmensimages durch (mehr) Nachhaltigkeit“, welche durch die Realisierung nachhaltiger Geschäftsprozesse und den daraus resultierenden Produkten geschaffen werden soll.

Die zweite Phase ist durch das Erkennen des Nachhaltigkeitsbedarfs und die Gestaltung nachhaltiger Geschäftsprozesse gekennzeichnet, d. h., dass die erhobenen Zielanforderungen und die Prozesse integriert werden sollten. In diesem Fall ist eine explizite Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsindikatoren, wie der CO<sub>2</sub>-Ausstoß oder der Energieverbrauch direkt in der Prozessbeschreibung erforderlich. Die Erkenntnis der Nachhaltigkeitsziele führt in der Reaktionskette zur Konkretisierung der Zielerreichung.

In der dritten Phase werden die nachhaltigen Konzepte in Modelle umgesetzt. Bei der Modellierung sollten die Nachhaltigkeitskennzahlen direkt integriert werden (so wie z. B. in [19]).

Dies ermöglicht später eine bessere Analyse und Dokumentation der ökonomischen und ökologischen Zielerreichung. Hierfür ist die Implementierung geeigneter Kennzahlen in Modellierungstechniken wie EPK oder BPMN erforderlich [1]. Es existieren zahlreiche Rahmenwerke zur Unterstützung der Prozessmodellierung, sodass es nicht notwendig

erscheint, ein weiteres zu konstruieren. Vielmehr sollte der Blickpunkt auf bestehende Rahmenwerke, wie ITIL, Green SCOR oder COBIT, welche jeweils einen Bezug zum GPM herstellen, gerichtet werden und diese angepasst und erweitert werden. Da es sich bspw. bei ITIL um eine Sammlung von Best Practices handelt, kann eine Fokussierung auf Nachhaltigkeitsaspekte in Geschäftsprozessen bspw. im IT-Service-Management-Bereich grundsätzlich durchgeführt werden. Der Reifegrad ist so weit vorangeschritten, dass die Konzepte der zweiten Phase konkretisiert werden können. Für die Reaktionskette bedeutet das, dass die nachhaltigen Geschäftsprozesse durch nachhaltige Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (z. B. Alternativen zu fossilen Brennstoffen), effizientere Arbeitsabläufe und energieeffiziente IT-Konzepte (z. B. Virtualisierung, aber auch ökologische Komponenten, wie Energy Star usw.) unterstützt werden können. Sowohl bei der Implementierung der Geschäftsprozesse als auch bei deren Durchführung sollten alle Beteiligten die in der ersten Phase definierten Unternehmensziele verinnerlicht haben. Hierfür sollten idealerweise Konzepte zur Schulung der Mitarbeiter erarbeitet werden, damit diese für einen effizienteren Umgang mit Ressourcen sensibilisiert werden können. Des Weiteren wird entsprechende Software benötigt, die in der Lage ist, die Prozessperformance zu messen und Daten zu sammeln. Idealerweise führen diese Maßnahmen zu einer Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz der Geschäftsprozesse.

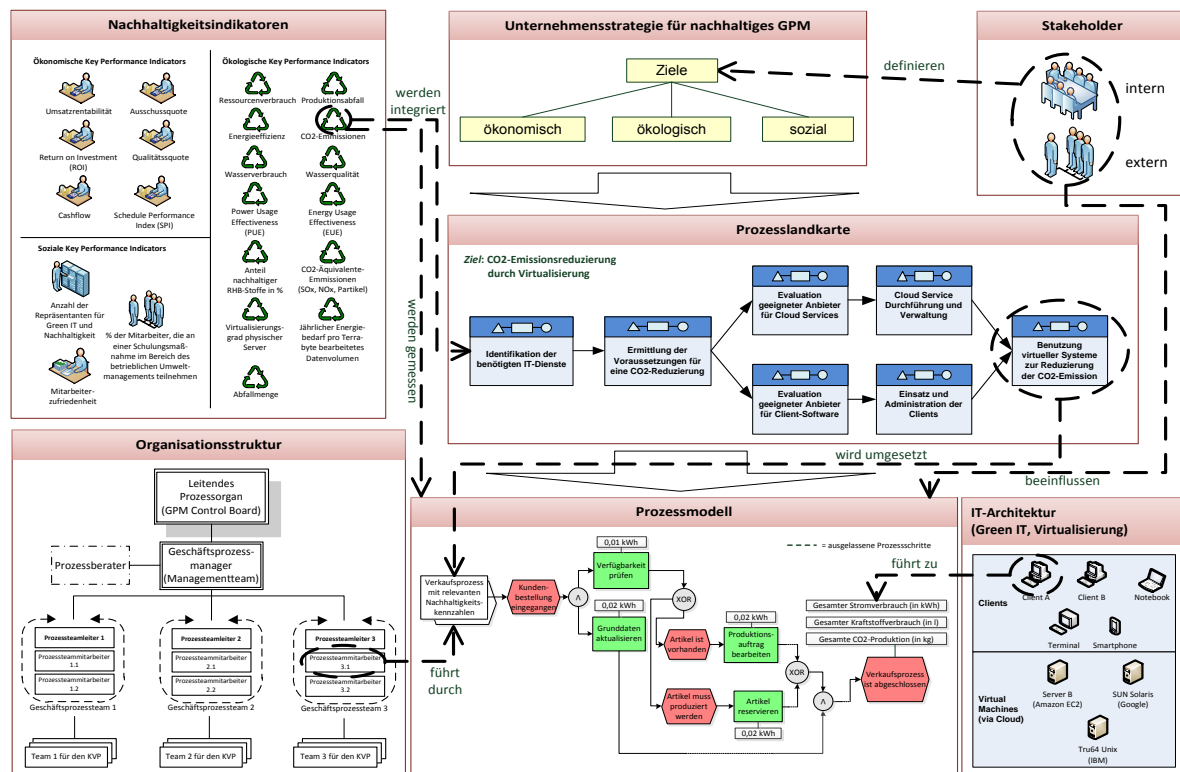
Die fünfte Phase ist durch die Prozesskontrolle gekennzeichnet. Es sollten Kennzahlen gefunden werden, die in der Lage sind, eine Steigerung der Nachhaltigkeit messen zu können. Dies kann z. B. durch Ecological Performance Indicators bzw. Key Ecological Indicators umgesetzt werden. Ökologische Faktoren lassen sich z. B. durch betriebliche Umweltinformationssysteme oder dedizierte IT-Systeme kontrollieren. Zukünftig sollten weitere Indikatoren erarbeitet und in entsprechende Rahmenwerke integriert werden, um eine genauere Messung der Nachhaltigkeitsveränderungen in einem Unternehmen ermöglichen zu können. Durch die strikte Kontrolle der Geschäftsprozesse können deren Nachhaltigkeit und die aus verbesserter Energieeffizienz und geringerem Ressourcenverbrauch resultierenden (sinkenden) Kosten überwacht werden. Diese führen wiederum zu wettbewerbsfähigen Preisen.

Ziel der sechsten Phase sollte es sein, bestehende Geschäftsprozesse möglichst ohne große Veränderungen an die neuen nachhaltigen Ziele anzupassen.

Um die Wirkungsweise und die Umsetzung der beschriebenen Phasen in einem Unternehmen weiter visualisieren zu können, werden im in Bild 3 dargestellten konzeptionellen Modell anerkannte Methoden zur Darstellung von Geschäftsprozessen verwendet. Bild 3 veranschaulicht wie sowohl in der Unternehmenspraxis als auch in der Forschung die unterschiedlichen Phasen durch entsprechende Software, wie z.B. ARIS, ADONIS, Viflow, Prometheus und andere, umgesetzt werden können. Dabei geben die gestrichelten Pfeile zwischen den einzelnen Modellen die Einflussnahme bestimmter Instanzen auf andere an. So wird der Einfluss der Stakeholder auf die Zielsetzung des Unternehmens und somit auch auf die eigentlichen Geschäftsprozesse verdeutlicht.

Die Nachhaltigkeitsfaktoren werden durch die Performance Indicators dargestellt und nehmen so direkten Einfluss auf die Prozessgestaltung und werden dadurch zum festen Bestandteil des eigentlichen Geschäftsprozesses. Dieser wird durch Mitglieder eines Prozessteams durchgeführt. Hier abgebildet ist der Auszug eines Verkaufsprozesses, der

durch die Einhaltung der Performance Indikatoren effizienter durchgeführt und kontrolliert werden soll [19]. So können z. B. die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch einen energieeffizienteren Einsatz von Hardware und Virtualisierungstechniken erheblich verringert werden [3]. Die breiten Pfeile von oben nach unten kennzeichnen die Evolution von der durch die Stakeholder (Investoren, Kunden, Staat, Unternehmenspartner, Arbeitnehmer, Management, etc.) beeinflussten strategischen Zielsetzung des Unternehmens bis zur letztendlichen Durchführung des Geschäftsprozesses.

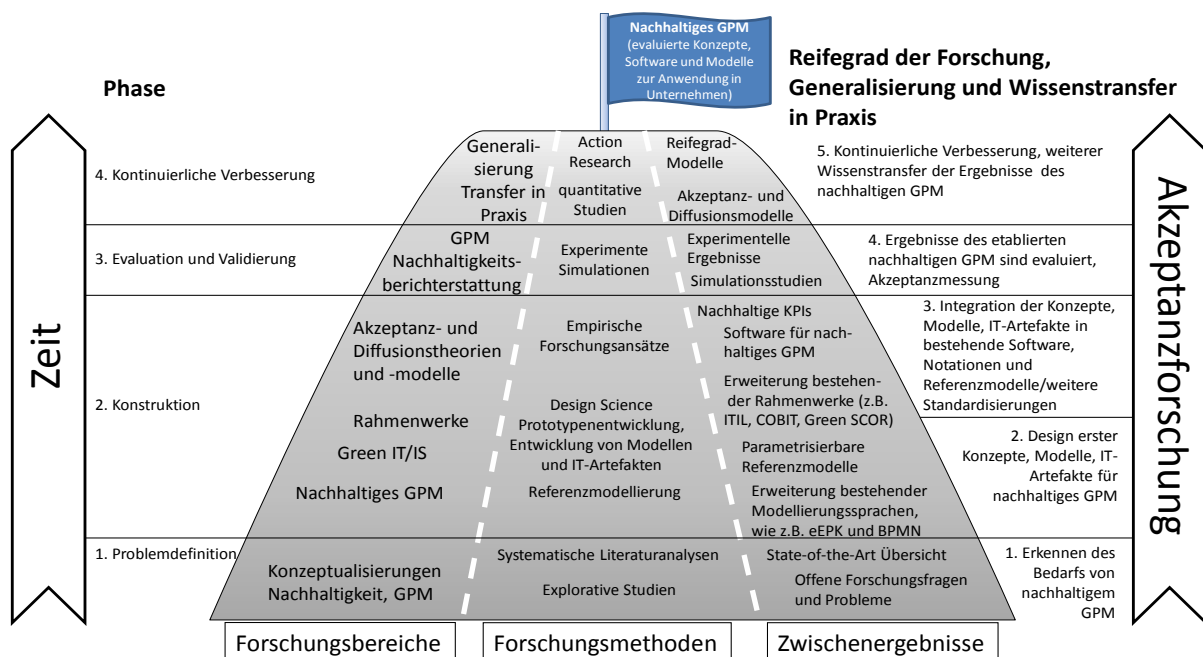


**Bild 3: Konzeptionelles Modell für nachhaltiges GPM (in Anlehnung an [26])**

## 7 Elemente einer Forschungsagenda für nachhaltiges GPM

Da bisher nur eine geringe Anzahl an Beiträgen zum Thema „nachhaltiges GPM“ existiert und noch viele offene Forschungsfragen identifiziert werden konnten (vgl. Tabelle 4), erachten es die Autoren als notwendig eine mögliche Forschungsagenda (vgl. Bild 4) abzuleiten um diesem Themengebiet zukünftig noch eine größere Bedeutung zu verleihen. Bisher wurde in den identifizierten Beiträgen noch kein theoretisch fundiertes Referenzmodell für nachhaltiges GPM zugrunde gelegt. Dieser Beitrag verfolgt einen ersten Ansatz in diese Richtung. Referenzmodelle sind sowohl sinnvoll für die Unterstützung der Softwareentwicklung und -implementierung als auch für eine organisationale Strukturierung ([23][34]). Aus diesem Grund sollten auf Basis des aktuellen Kenntnisstands in Zukunft Referenzmodelle für nachhaltiges GPM entwickelt werden. Erste Ansätze in Form der Implementierung nachhaltiger Performance Indikatoren wurden in dem vorliegenden Beitrag bereits aufgeführt. Dazu sollten zunächst ausreichend aktuelle theoretische und praktische Erfahrungen zusammengetragen und kategorisiert werden. Offene Fragen werden herausgearbeitet und ein Forschungsproblem formuliert. Hierfür eignen sich im ersten Schritt der Forschungsagenda vor allem systematische Literaturanalysen oder Fallstudien-

forschung, die bereits bei einigen der untersuchten Beiträge durchgeführt wurden. Auf dieser Basis lassen sich im nächsten Schritt dann letztendlich Konzepte und Referenzmodelle entwickeln. In der dritten Phase sollten dann die zuvor entwickelten Konzepte und Modelle bzgl. ihrer allgemeinen Anwendbarkeit validiert werden. Dies kann in Form quantitativer Querschnittsanalysen geschehen. Anschließend können die Modelle in Unternehmen implementiert und getestet werden. So ist es zudem möglich, durch Simulationsexperimente die Auswirkungen von Umweltveränderungen, wechselnden Richtlinien oder gesetzlichen Vorgaben auf Geschäftsprozesse sichtbar zu machen um Voraussagen treffen und die Modelle entsprechend anpassen zu können. Zudem können die implementierten Modelle überprüft und kontinuierlich verbessert werden. Die zunächst eher qualitativen Fallstudien können auf Dauer auf quantitative Studien und Simulationen erweitert bzw. fokussiert werden. Die vermehrte Anwendung quantitativer Forschungsmethoden kann letztendlich als Indikator für den Forschungsfortschritt angesehen werden [16]. Sind die Modelle in der praktischen Anwendung ausreichend erprobt, ließe sich auf Dauer eine Integration in Rahmenwerke, wie bspw. ITIL oder COBIT, vornehmen. Außerdem sollte parallel zu den genannten Phasen, insbesondere bei der Implementierung der Modelle in Unternehmen, erforscht werden, welche Maßnahmen zu einem Umdenken bzgl. der Umsetzung eines nachhaltigen Geschäftsprozessmanagements führen würden. Wichtig dabei ist die stärkere Einbindung der Stakeholder, die in den bisherigen Beiträgen kaum Anwendung fand, um die Akzeptanz bei der Einführung neuer oder die Umstrukturierung bestehender Geschäftsprozesse zu erhöhen. Lediglich Alemayehu und vom Brocke, Hailemariam und vom Brocke sowie Isaksson schenken deren Einbezug Beachtung [2][14][22]. Bild 4, inspiriert durch die „Research Roadmap“ des Ertemis-Netzwerks ([www.ertemis.eu](http://www.ertemis.eu)), illustriert Elemente einer Forschungsagenda für ein nachhaltiges GPM [10].



**Bild 4:** Forschungsagenda für nachhaltiges GPM (vgl. [10])

## 8 Fazit

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über das Forschungsgebiet des nachhaltigen GPM. Im Mittelpunkt der Untersuchung steht bei den analysierten Beiträgen vor allem die ökonomische und ökologische Sichtweise der Nachhaltigkeit. Der soziale Aspekt wurde hingegen, und zudem auch nur ansatzweise, in lediglich fünf der 21 untersuchten Beiträge thematisiert. Aufgrund der immer noch recht rudimentären Forschungsansätze und -ergebnisse konnten mittels der Literaturanalyse zahlreiche Forschungsfragen in Form einer angepassten STEEP-Analyse herausgearbeitet werden. Zudem wurden die Zusammenhänge der analysierten Bereiche in einem Referenzmodell zueinander in Beziehung gebracht; in einem konzeptionellen Modell wurde die generelle Anwendbarkeit des Referenzmodells aufgezeigt. Die Analyse und die Modelle bildeten wiederum die Grundlage für die hier vorgelegte Forschungsagenda. Aufgrund der im Rahmen dieser Literaturanalyse identifizierten offenen Forschungsfragen und Problemaspekte sowie der zunehmenden Relevanz einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung sehen die Autoren dieses Beitrags nicht nur erheblichen Forschungsbedarf sondern auch ein enormes Potenzial für die Etablierung eines nachhaltigen GPM in Forschung und Praxis.

**Danksagung:** Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts "IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0" entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

## 9 Literatur

- [1] Al-Mashari, M (2006): Innovation through Information Technology (IT) enabled Business Process Management (BPM): a review of key issues. *Int. Journ. of Innovation and Learning* 3(4):403-415.
- [2] Alemayehu, W; vom Brocke, J (2011): Sustainability Performance Measurement – The Case of Ethiopian Airlines. *Lecture Notes in Business Inform. Processing* 66:468-478.
- [3] Becker, J; Mathas, C; Winkelmann, A (2009): Informatik im Fokus: Geschäftsprozessmanagement. Springer, Berlin / Heidelberg.
- [4] Berl, A; Gelenbe, E; di Girolamo, M; Giuliani, G; de Meer, H; Dang, MQ; Pentikousis, K (2010): Energy-Efficient Cloud Computing. *The Computer Journal* 53(7):1045-1051.
- [5] Brundtland, GH (1987): Our Common Future / World Commission on Environment and Development, Oxford University Press.
- [6] Capra, E; Merlo, F (2009): Green IT: Everything Starts from the Software. In: Newell, S; Whitley, EA; Pouloudi, N; Wareham, J; Mathiassen, L (Hrsg.) *17th European Conference on Information Systems*: 62-73.
- [7] Cleven, A; Winter, R; Wortmann, F (2011): Process Performance Management as a Basic Concept for Sustainable Business Process Management - Empirical Investigation and Research Agenda. *Lecture Notes in Business Information Processing* 66:479-488.
- [8] Deming, WE (1950): Elementary Principles of the Statistical Control of Quality. Union of Japanese Scientists and Engineers: S. 134.

- [9] Dibbern, J; Goles, T; Hirschheim, R; Jayatilaka, B (2004): Information Systems Outsourcing: a survey and analyses of the literature. *The DATA BASE for Advances in Information Systems* 35(4):6-102.
- [10] Forschungsnetzwerk ertemis (2008): Research Roadmap. <http://www.ertemis.eu> (abgerufen am 15.12.2011)
- [11] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art – Eine Untersuchung der Forschungsmethode “Review” innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257-266.
- [12] Fleischer, CS; Bensoussan, BE (2003): *Strategic and Competitive Analysis - Methods and Techniques for Analysing Business Competition*, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- [13] Ghose, A; Hoesch-Klohe, K; Hinsche, L; Le, LS (2009): Green Business Process Management: A Research Agenda. *Austral. Journ. of Information Systems* 6(2):103-117.
- [14] Hailemariam, G; vom Brocke, J (2011): What Is Sustainability in Business Process Management? A Theoretical Framework and Its Application in the Public Sector of Ethiopia. *Lecture Notes in Business Information Processing* 66:489-500.
- [15] Hammer, M; Champy, J (1993): *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. HarperCollins, New York.
- [16] Heinrich, LJ (2006): Forschungsmethodik der Wirtschaftsinformatik: Fortschrittskonzept und Fortschrittsmessung. In: Fink K, Ploder C (Hrsg.), *Wirtschaftsinformatik als Schlüssel zum Unternehmenserfolg*. Dt. Universitätsverlag, Wiesbaden.
- [17] Hoesch-Klohe, K; Ghose, A (2010): Carbon-Aware Business Process Design in Abnoba. *Lecture Notes in Computer Science* 6470:551-556.
- [18] Hoesch-Klohe, K; Ghose, A; Lê, LS (2010) Towards Green Business Process Management. In: *Proceedings of the IEEE Internat. Services Computing Conference*: 386-393.
- [19] Houy, C; Reiter, M; Fettke, P; Loos, P (2011a): Towards Green BPM - Sustainability and Resource Efficiency through Business Process Management. *Lecture Notes in Business Information Processing* 66:501-510.
- [20] Houy, C; Reiter, M; Fettke, P; Loos, P; Hoesch-Klohe, K; Ghose, A (2011b): Advancing Business Process Technology for Humanity - Opportunities and Challenges of Green BPM for Sustainable Business Activities. In: vom Brocke, J; Seidel, S (Hrsg.), *Green BPM - Towards the Environmentally Sustainable Enterprise*. Springer, Heidelberg.
- [21] Isaksson, R; Garvare, R (2003): Measuring sustainable development using process models. *Managerial Auditing Journal* 18(8):649-656.
- [22] Isaksson, R (2006) Total Quality Management for Sustainable Development. *Business Process Management Journal* 12(5):632-645.
- [23] Keller, G; Teufel, T (1998): *SAP R/3 prozeßorientiert anwenden. Iteratives Prozeß-Prototyping zur Bildung von Wertschöpfungsketten*. Addison-Wesley, Bonn.
- [24] Kundisch, K; Herrmann, P; Meier, C (2010): Sustainable Process Management - Status Quo and Perspectives. *Lecture Notes in Business Information Processing* 46:94-106.



- [25] Loos, P; Nebel, W; Marx Gómez, J; Hasan, H; Watson, RT; vom Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: A Matter of Business and Information Systems Engineering?. *Business & Information Systems Engineering* 3(4):245-252.
- [26] Martens, B; Teuteberg, F (2010): Cloud Computing. *ERP-Management* 6(1):24-27.
- [27] Murugesan, S (2008): Harnessing Green IT: Principles and Practices. *IEEE IT Professional* 10(1): New Jersey, USA: 24-33.
- [28] Nguyen, DK; Slater, SF (2010): Hitting the sustainability sweet spot: having it all. *Journ. of Business Strategy* 31(3):5-11.
- [29] Nowak, A; Leymann, F; Mietzner, R (2011): Towards Green Business Process Reengineering. *Lecture Notes in Computer Science* 6568:187-192.
- [30] Nidumolu, R; Prahalad, CK; Rangaswami, MR (2009): Why Sustainability Is Now The Key Driver Of Innovation. *Harvard Business Review* 87(9):57-64.
- [31] Pretorius, M; Ghassemian, M; Ierotheou, C (2010): An Investigation Into Energy Efficiency Of Data Centre Virtualisation. *Proceedings of the 2010 International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC '10)*: 157-163.
- [32] Recker, J; Rosemann, M; Gohar, ER (2011): Measuring the Carbon Footprint of Business Processes. *Lecture Notes in Business Information Processing* 66:511-520.
- [33] Rosemann, M; de Bruin, T (2005): Towards a Business Process Management Maturity Model. In: *Proceedings of ECIS 2005*. Regensburg, Germany.
- [34] Scheer, AW (1998): Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, Studienausg., 2., durchges. Aufl. Springer, Berlin.
- [35] Scheer, AW; Heß, H (2009): Business Process/Performance Management im Rahmen eines ganzheitlichen Controlling-Ansatzes. In: *Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* 21(3):145-151.
- [36] Scheer, AW; Brabänder, E (2010) The Process of Business Process Management. In: vom Brocke, J; Rosemann, M (Hrsg), *Handbook of Business Process Management 2: Strategic Alignment, Governance, People and Culture*, Springer, Berlin:239-265.
- [37] Seidel, S; vom Brocke, J; Recker, J (2011): Call for Action: Investigating the Role of Business Process Management in Green IS. *Sprouts - Working Pap. on Inf. Sys.* 11:1-7.
- [38] Sikdar, SK (2003): Sustainable development and sustainability metrics. *AIChE Journal* 49(8):1928-1932.
- [39] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 49(4):280-287.
- [40] Wittstruck, D; Teuteberg, F (2010): Ein Referenzmodell für das Sustainable Supply Chain Management. *Zeitschrift für Management* 5(2):141-164.



# **Anforderungspriorisierung und Designempfehlungen für Betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation – Ergebnisse einer explorativen Studie**

**Matthias Gräuler**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: [matthias.graeuler@uni-osnabrueck.de](mailto:matthias.graeuler@uni-osnabrueck.de)

**Frank Teuteberg**

Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik,  
49069 Osnabrück, E-Mail: [frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de](mailto:frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de)

**Tariq Mahmoud**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät II Department für Informatik (VLBA),  
26129 Oldenburg, E-Mail: [mahmoud@wi-ol.de](mailto:mahmoud@wi-ol.de)

**Jorge Marx Gómez**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät II - Department für Informatik (VLBA),  
26129 Oldenburg, E-Mail: [jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de](mailto:jorge.marx.gomez@uni-oldenburg.de)

## **Abstract**

Zur Förderung von Nachhaltigkeit in Unternehmen muss eine Vielzahl von heterogenen Daten in umweltrelevante Informationen konvertiert und durch Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) bereitgehalten werden. Da diese derzeit noch nicht im wünschenswerten Umfang strategische Informationen und Entscheidungshilfen bieten, sind die gegenwärtigen Systeme den Anforderungen aus der Diskussion um Nachhaltigkeit nicht gewachsen. Wir entwerfen daher ein BUIS der Zukunft (BUIS 2.0), welches den Anforderungen strategischer Nachhaltigkeit gerecht wird. Die Ergebnisse einer Erhebung, die die Anforderungen an BUIS2.0 früherer Befragungen, Workshops und Experteninterviews priorisiert, werden vorgestellt. Als ein unmittelbares Ergebnis der Erhebung werden erste Ansätze von architektonischen Konzepten für BUIS 2.0 aufgezeigt, die in dem Projekt „IT-For-Green“ umgesetzt werden.

## 1 Einleitung

Die fortschreitende Zerstörung der Umwelt, die sich fortsetzende Verknappung der Ressourcen sowie Klimaveränderungen setzen Regierungen, Unternehmen und Einzelpersonen gleichermaßen unter Druck. Regierungen verabschieden Gesetze zur Reduzierung der durch Industriebetriebe ausgelösten Umwelteinflüsse; Interessensgruppen wie Greenpeace sowie die Bevölkerung verlangen nach Informationen in Bezug auf die Umweltverträglichkeit organisatorischen Handelns [4]. Das Streben nach einer gleichzeitigen Umsetzung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten (das sogenannte Drei-Säulen-Modell der nachhaltigen Entwicklung [7]), erschwert Entscheidungsfindungen sowie die Prognose der entsprechenden Auswirkungen. Zurzeit werden die Möglichkeiten der Informationssysteme (IS) noch nicht voll ausgeschöpft, vielmehr werden sie nicht selten als Hindernis bei der Reduzierung der ökologischen Auswirkungen unseres Handelns verstanden [16]. Nichtsdestotrotz lassen sich durch den Einsatz von IS – z. B. mittels der Virtualisierung von Servern – deren Energiebedarfe senken. Aber auch der Umwelteinfluss ganzer Organisationen könnte beispielsweise durch ein erhöhtes Verantwortungsgefühl der Unternehmen sowie dem Einsatz eines effizienten Managements der Ressourcen und Emissionen, reduziert werden. Gegenwärtige BUIS verfolgen eher einen operativen Ansatz mit Aufgaben wie der gesetzlich vorgeschriebenen Umweltberichterstattung [15] und stellen daher für strategische Entscheidungen wenig Unterstützung dar [6,23]. Die Verknüpfung mit anderen Systemen (ERP, CRM, öffentliche Daten) und automatisierten Nachhaltigkeitsberichten wurde in der Literatur allgemein diskutiert, jedoch noch nicht implementiert [24]. Dies sind die wesentlichen Bestandteile zukünftiger BUIS, da lediglich durch das Erkennen von Ursache und Wirkung ökologischer, sozialer und ökonomischer Leistungsindikatoren sowie durch einen rationellen Umgang mit relevanten Daten, eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden kann. Das Projekt „IT-For-Green“ (<http://www.it-for-green.eu>), in dessen Rahmen dieser Beitrag entstanden ist, setzt an diesen Punkten an und soll mit Mitteln der Informationsverarbeitung Unternehmen und ihre Prozesse umweltfreundlicher gestalten. Die Software-Entwickler sollten dabei darüber informiert sein, welche Anforderungen an BUIS 2.0 Praktiker und Wissenschaftler zukünftig für die wichtigsten halten. Ohne dieses Wissen laufen sie Gefahr, Ressourcen in die Entwicklung nicht gefragter BUIS Anwendungen zu investieren, während sie die Entwicklung der Funktionen versäumen, die maßgeblich zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der Unternehmen beitragen können.

Die Forschungsfragen dieses Beitrages lauten daher:

- 1: Was sind die entscheidenden Eigenschaften/Anforderungen, die die Auswahl und Entwicklung der BUIS Software der Zukunft nachhaltig beeinflussen?*
- 2: Basierend auf den Antworten von Frage 1, was sollte eine BUIS Grundarchitektur beinhalten?*
- 3: Welche zukünftigen Schritte treiben die Weiterentwicklung in diesem Bereich voran?*

Der zweite Abschnitt dieses Artikels beschreibt den theoretischen Hintergrund und erläutert die relevanten Begriffe. Anschließend wird die angewandte Methodik aufgezeigt und erklärt. Der vierte Abschnitt bietet eine Auswahl an verwandten Forschungsarbeiten. Eine Sammlung und erste Priorisierung der Design-Eigenschaften findet sich in Abschnitt fünf in dessen Folge die Ergebnisse vorgestellt und interpretiert werden. In Abschnitt sieben werden die Ergebnisse der Untersuchung zur Ableitung einer Referenz-Architektur

herangezogen, die beim Aufbau von BUIS der Zukunft (BUIS 2.0) hilfreich sein kann. Im letzten Abschnitt wird die Untersuchung durch Auflistung der Beiträge und Einschränkungen, die dieser Artikel bietet, abgeschlossen sowie Ansätze für die weitere Forschung aufgezeigt.

## 2 Theoretischer Hintergrund

Umweltrelevante Praktiken des IT-Managements werden unter dem Begriff Green IS und Green IT zusammengefasst [17]. Green IS wird beschrieben als „IS gestützte Unternehmenspraktiken und -prozesse, die die ökologische und ökonomische Leistung verbessern“ [16]; Green IT als „Lehre und Praxis von der Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Computern, Servern und angeschlossenen Teilsystemen [...], effizient und wirksam mit minimaler oder ohne Auswirkung auf die Umwelt“ [18]. Der Ansatz des Green IT wird irgendwann eine Grenze erreichen, an der weitere Verbesserungen nicht mehr möglich sind; Green IS setzt den Akzent mehr auf „Tätigkeiten“ anstatt auf „Dinge“ und bietet daher eine größere Bandbreite an Verbesserungsmöglichkeiten [15]. Zwar kann die Einführung zusätzlicher Green IS Maßnahmen sehr kostspielig sein, sie kann aber auch Wettbewerbsvorteile bieten, z. B. durch die Eliminierung von Unwirtschaftlichkeiten wie ungenutzte Ressourcen [25]. Eine dieser Maßnahmen ist die Einführung eines betrieblichen Umweltinformationssystems (BUIS). Einer gebräuchlichen Definition nach ist BUIS ein organisatorisches und technisches System, das umweltrelevante Informationen eines Unternehmens erfassen, aufbereiten und bereitstellen kann [20]. Diese Definition ist aber für diesen Beitrag und für BUIS 2.0 unzureichend, da sie weder Informationen der Partner aus der Supply-Chain noch öffentlich zugängliche Informationen mit einbezieht, was jedoch für das Treffen fundierter Entscheidungen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit unerlässlich ist. Folgt man dem vorgeschlagenen, ganzheitlichen Ansatz mit Hilfe der drei später noch beschriebenen Module eines BUIS 2.0, können Green IT Maßnahmen ermöglicht und wirksam eingesetzt werden.

## 3 Forschungsmethodik

### 3.1 Ablauf

Die Referenzarchitektur basiert auf den Ergebnissen des Forschungsprozesses, wie er in der Abbildung in Anhang A ([http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)) dargestellt und von Jenkins [11] empfohlen wird. Während der Forschung wurden diverse Forschungsmethoden angewandt, die Abbildung zeigt diese Methoden und Ansätze sowie die Reihenfolge, in der sie angewandt wurden, auf. In der ersten Phase („Problemidentifikation und Formulierung der Anforderungen“) wurden gegenwärtige Erkenntnisse über BUIS, theoretisch wie praktisch, gesammelt und analysiert, ein Forschungsziel sowie unbeantwortete Forschungsfragen definiert und Anforderungen an die Entwicklung der BUIS 2.0 formuliert. Eine systematische Literaturschau und eine explorative Studie wurden dabei als adäquate Methoden erachtet. In der zweiten Phase („Aufbau“) wurden alternative Designmöglichkeiten des BUIS 2.0 formuliert und eine mehrschichtige Referenzarchitektur entwickelt. Um die Eignung der Architektur zu überprüfen, wurden Experteninterviews geführt und Workshops mit Industriepartnern abgehalten. Weitere Schritte in der dritten Phase („Implementierung, Plausibilitätsprüfung

und Schlussfolgerung“) waren die Implementierung der vorgeschlagenen Referenzarchitektur sowie die Plausibilitätsprüfung mithilfe von Simulationsexperimenten und Aktionsforschung [12]. Durch Simulationsexperimente und Aktionsforschung können die Auswirkungen der zukünftigen Systeme auf reale Geschäftsabläufe simuliert werden. Die so gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen Auswertungen sowie eine kontinuierliche Verbesserung der entsprechenden Systemfunktionen. Dabei gehen die Forschungsmethoden schrittweise von qualitativer und induktiver Forschung über zu vorwiegend quantitativer (Simulationsexperimente), deduktiver Forschung und Design Science (z. B. Erstellung der Referenzarchitektur) [9].

### **3.2 Literaturreview**

Im Rahmen von Literaturreviews werden Werke und gegenwärtige Erkenntnisse im Hinblick auf spezifische Forschungsfragen analysiert. Diese Methode hat durch eine ansteigende Zahl von Büchern, Zeitschriften und Beiträgen sowie der wachsenden Komplexität der Thematik an Bedeutung gewonnen [8]. Dem Ansatz von Webster und Watson [26] folgend, wurde der Literaturreview durch die Suche nach Zeitschriften und Konferenzen, die für die Wirtschaftsinformatik relevant sind und die vom VHB (Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft) Jourqual 2.1 Ranking, ein A oder B Ranking erhalten haben, initiiert. Frühere Publikationen als aus dem Jahr 2006 wurden ignoriert, da sich die Wissenschaft erst in den letzten Jahren mit den Mängeln der gegenwärtigen BUIS beschäftigt [23,6] und die früheren wissenschaftlichen Fortschritte in aktuelleren Forschungen bereits einbezogen wurden. Zunächst wurde eine Liste mit Schlüsselworten aufgestellt und in Datenbanken wie EBSCO oder Science Direct angewandt. Die Liste enthielt Begriffe wie „Anforderungen“, „Design-Beschaffenheit“, „Nutzungsgrad“, „Priorität“ und „Merkmal“ (alle Begriffe auch in der Mehrzahl) kombiniert mit dem Bereich, in dem die Begriffe angewandt werden, wie „BUIS“ und „Betriebliche Umweltinformationssysteme“, sowie deren englische Entsprechungen. Anschließend wurden die Literaturhinweise der identifizierten Artikel nach weiteren relevanten Werken durchsucht, um auch die Werke einzubeziehen, die in Zeitschriften oder auf Konferenzen publiziert wurden, die vom VHB ein niedrigeres oder gar kein Ranking erhalten haben, oder vor 2006 erschienen sind.

### **3.3 Qualitative Forschung**

Es wurden zwei unterschiedliche Methoden der qualitativen Forschung angewandt: Experteninterviews und die Kreativitätstechnik „World Café“. Experteninterviews sind leitfadengestützte Interviews mit Personen, die über besondere, für das wissenschaftliche Interesse des Forschers relevante Fachkenntnisse verfügen [14]. Diese Methode bietet sich dann an, „wenn die Wissensbestände von Experten [...] für den Entwurf, die Implementierung und die Kontrolle von Problemlösungen Gegenstand des Forschungsinteresses sind“ [19], was bei der vorliegenden Arbeit der Fall ist. „World Café“ ist eine Kreativitätstechnik, die dazu genutzt wird die Intelligenz und Ansichten von Gruppen abzurufen [10]. Die Teilnehmer eines Workshops werden in Gruppen von vier bis zehn Personen aufgeteilt, die dann einen Teilbereich der Problemstellung des gesamten Arbeitsgebietes diskutieren. Die Teilnehmer werden durch einen Moderator ermutigt, ihre Kernideen für die spätere Bezugnahme und Analyse mitzuschreiben. Nach einer gewissen Zeit können die Teilnehmer die Gruppe wechseln, um an einer anderen Diskussion teilzunehmen [3].

### 3.4 Quantitative Forschung

Empirische Forschung im Hinblick auf quantitative Studien wird aus diversen Gründen durchgeführt. Ein Grund hierfür ist, Einblicke in die Ansichten von Teilnehmern über ein spezielles Thema oder Arbeitsgebiet zu gewinnen [22]. Zur Überprüfung der entwickelten Hypothesen können Primärdaten mithilfe von Befragungen erzielt werden, existierende Sekundärdaten herangezogen werden oder die Überprüfung erfolgt mittels einer Kombination aus beidem. Die empirischen Daten können statistisch durch verschiedene Methoden analysiert werden, um die Hypothesen zu belegen oder aber zu widerlegen. Empirische Forschung wird unterteilt in vier aufeinanderfolgenden Phasen [22]: 1. Formulierung des Untersuchungsziels, 2. Entwurf des empirischen Designs, 3. Auswertung der Daten und 4. Interpretation der Ergebnisse.

### 3.5 Referenzmodellierung

Durch die konstruktivistische Methode der Referenzmodellierung, entwickeln Praktiker und Wissenschaftler vereinfachte Modelle von Systemen, um das gesammelte Wissen über diese Systeme und deren Anwendungsgebiete semi-formal wiedergeben zu können und um Vorlagen [27] zu schaffen. Diese Vorlagen können dann als „Blaupausen“ für neue Systeme dienen.

## 4 Verwandte Forschungsarbeiten

BUIS werden in der Literatur bereits seit zwei Jahrzehnten aus zahlreichen Perspektiven beleuchtet, daher wurde die zuvor beschriebene Methode des Literaturreviews durchgeführt um vorangegangene Arbeiten zu identifizieren, die die Autoren bei ihrer Forschung unterstützen können. Das Ergebnis dieser Suche fasst Tabelle 1 zusammen.

Ref.	RelevantInhalte	Fokus auf Green IT/IS
[5]	Umfrage zur Erhebung von Designfaktoren für SOA angewendet auf Business Intelligence Systeme Faktor- und Clusteranalysen	Nein
[6]	Konzeptuelle Übersicht über BUIS Analyse von Angebot und Nachfrage von Umweltinformationen Detaillierte Beispiele von Stakeholdereinflüssen auf die Umweltberichterstattung	Ja
[15]	Paneldiskussion über den Einfluss von Green IT und Green IS Abdeckung mehrerer Themen (bspw. Energieeffizienz, BUIS und Green BPM)	Ja
[16]	Betrachtung der Rolle von IS bzgl. der Nachhaltigkeit von Organisationen Forschungsagenda mit zehn Forschungsfragen; Anwendung des Belief-Action-Outcome Rahmenwerks Literaturreview	Ja
[23]	Analyse von Herausforderungen an BUIS 2.0 Vorschlag einer Referenzarchitektur	Ja
[24]	Literaturreview des wissenschaftlichen Fortschritts im Forschungsfeld Ungelöste Probleme von BUIS	Ja

**Tabelle 1: Übersicht über verwandte Forschungsarbeiten**

Der Beitrag von Dinter und Stroh[5] verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie der vorliegende Beitrag, jedoch besteht kein Bezug zu Green IS/IT. Im Gegensatz zu dem vorliegenden Beitrag nutzen Dinter und Stroh weitere statistische Methoden, wie Faktor- und Clusteranalysen, anstatt wie im vorliegenden Beitrag eine Referenzarchitektur für BUIS 2.0 vorzuschlagen, die auf einer Analyse und Priorisierung von relevanten Designkriterien basiert.

## 5 Sammlung, Auswahl und Priorisierung der Kriterien

Die Designkriterien für BUIS 2.0 wurden mit den bereits zuvor genannten Methoden gesammelt: Literaturreview, Experteninterviews und Workshops. Die ersten 13 Experteninterviews von Nutzern heutiger BUIS erbrachten einen Überblick über die Kriterien. Daraufhin wurden zwei Workshops mit bis zu 60 Teilnehmern aus Wissenschaft und Praxis sowie ein Literaturreview durchgeführt, um die Anzahl der Kriterien weiter zu diskutieren und zu verfeinern. Durch diesen Prozess entstand eine Liste von 63 Kriterien, die 25 Teilnehmern eines dritten Workshops vorgestellt wurde. Um die Diskussion über die Kriterien anzuregen, wurden die Teilnehmer gebeten die für sie jeweils wichtigsten Kriterien für BUIS 2.0 auszuwählen [2]. Die anschließende Diskussion bot nicht nur Einsichten in das Thema, sondern diente auch der Verfeinerung der Liste der Kriterien. So wurde bspw. kritisiert, dass die 63 Kriterien teilweise zu generisch oder zu eng verwandt wären, daher wurden die Kriterien zu einem präziseren Satz von 47 Kriterien zusammengefasst (vgl. Anhang B: [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)). Bei diesem Vorgang wurden vor allem Kriterien entfernt, die zu spezifische Anforderungen darstellten und nicht von einem breiteren Publikum bewertet werden konnten. Nichtsdestotrotz wurden diese Kriterien in den Workshops und Experteninterviews ergründet und werden dementsprechend bei der Durchführung des Projekts IT-for-Green bedacht.

Um die Prioritäten der einzelnen Kriterien zu ermitteln, wurde eine Onlineumfrage erstellt, die größtenteils aus Fragen bestand, die die Teilnehmer dazu aufforderten ein bestimmtes Kriterium auf einer 5-Punkte Likert-Skala von 1 ("sehr wichtig") bis 5 ("sehr unwichtig") zu bewerten. Den Teilnehmern wurde die Möglichkeit gegeben Fragen auszulassen, wenn sie das Gefühl hatten die Frage nicht korrekt verstanden zu haben. Dies geschah um die Anzahl an Falschantworten zu reduzieren und mögliche Verzerrungen auszuschließen [21]. Des Weiteren hatten die Teilnehmer die Möglichkeit am Ende der Umfrage weitere Kriterien zu nennen, die ihrer Auffassung nach in der Umfrage fehlten.

Nach zwei Pretests, die die Vollständigkeit und Verständlichkeit der Umfrage gewährleisten sollten, wurden Einladungen an Projektmitglieder, Mitglieder des Karrierenetzwerks "Xing", die durch Gruppenmitgliedschaften Interesse an dem Themengebiet signalisiert haben, und anderen Organisationen, wie z. B. Umweltverbände und Industrie und Handelskammern, verschickt.

## 6 Ergebnisse, Analyse und Interpretation

Von den 33 Teilnehmern der Umfrage gaben 57,6% an Wissenschaftler zu sein, die verbleibenden 42,4% sind demnach den Praktikern zuzuordnen. 63,6% der Teilnehmer sind direkt mit dem Projekt verbunden, 3% sind Mitglied des Forschungsnetzwerks, das diese



Forschung betreibt, haben aber keinen direkten Bezug zum Projekt, und 33,3% sind weder dem Projekt noch dem Forschungsnetzwerk zuzuordnen.

Die Priorisierung wurde erreicht, indem die Designkriterien in aufsteigender Reihenfolge nach ihren arithmetischen Mitteln geordnet wurden. Der Tabelle in Anhang B ist diese Priorisierung in Wissenschaft, Praxis und Gesamt zu entnehmen. Der Mittelwert aller Kriterien beträgt 2,17 (2,27 für Wissenschaftler, 2,03 für Praktiker). Es gilt: je niedriger der Mittelwert, umso höher die Priorität des jeweiligen Kriteriums.

Die Tabelle in Anhang B zeigt, dass Forscher und Praktiker die Prioritäten unterschiedlich setzen. So beträgt der Bewertungsunterschied bei dem Kriterium „Konsistenz und Nachvollziehbarkeit/Transparenz von Berechnungen, Informationen und Reports“ (#29) 0,63 Punkte, wobei es bei den Forschern den siebten und bei den Praktikern den ersten Platz belegt. Ein T-Test zeigt, dass diese Diskrepanz statistisch signifikant ist, die der meisten anderen Kriterien jedoch nicht. Die Unterschiede können teilweise damit erklärt werden, dass Forscher dazu tendierten die Kriterien als wichtiger einzustufen als Praktiker.

Das o. g. Kriterium belegt auch in der Gesamtplatzierung den ersten Platz. Es sollte daher besonderes Augenmerk auf eine transparente Berichterstattung gelegt werden, um Missinterpretationen zu vermeiden. Das Kriterium deutet auf die allgemeine Datenqualität hin, die ebenfalls von weiteren Kriterien gemessen wurde. Die Vergleichsweise hohe Bewertung dieser Kriterien deutet darauf hin, dass Datenqualität ein wichtiger Faktor für den Erfolg von BUIS der nächsten Generation ist und daher schon früh im Entwicklungsprozess beachtet werden sollte. Besagte Kriterien sind: „Konsistenz und Nachvollziehbarkeit/Transparenz von Berechnungen, Informationen und Reports“ (#29; Rang 1/47; AM 1,52), „Automatische Berechnung von Kennzahlen“ (#20; Rang 8/47; AM 1,73), „Aktualität der Daten/Warnung bei veraltetem Datenmaterial“ (#28; Rang 13/47; AM 1,84), „Automatische Prüfung auf fehlerhafte Eingaben anhand von historischen Daten“ (#30; Rang 20/47; AM 1,94) und „Minimale manuelle Datenerhebung“ (#27; Rang 21/47; AM 1,97).

Das zweitplatzierte Kriterium ist der „Export in gängige Formate“ (#22; Rang 2/47; AM 1,53). Hatte ein Teilnehmer das Kriterium mit „sehr wichtig“ (1) oder „wichtig“ (2) bewertet, wurde er aufgefordert, die gewünschten Formate anzugeben. Diese Frage wurde von den Formaten von Excel (27 Stimmen; 81,8%) und Word (20 Stimmen; 60,6%) sowie dem Portable Document Format (PDF) (25 Stimmen; 75,8%) dominiert (vgl. Anhang C: [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)).

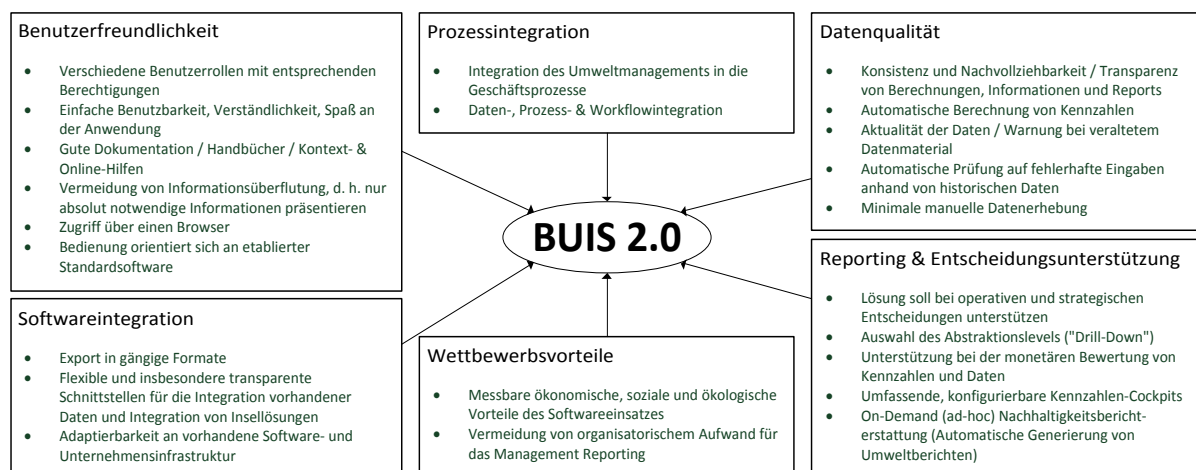
Forscher sowie Praktiker erkannten die Notwendigkeit der Integration von BUIS mit einer Vielzahl vorhandener Systeme. Sie bewerteten das Kriterium „Flexible und insbesondere transparente Schnittstellen für die Integration vorhandener Daten und Integration von Insellösungen“ als sehr wichtig (#25; Rang 3/47; AM 1,58), die „(Automatische) Erfassung feingranularer Verbrauchsdaten von Sensornetzwerken“ nahm jedoch nur eine untergeordnete Rolle ein (#26; Rang 33/47; AM 2,35).

Die Ergebnisse zeigen, dass die zuvor erwähnte Kritik an derzeitigen BUIS im Hinblick auf die operative und strategische Entscheidungsfindung adressiert werden muss (#11; Rang 4/47; AM 1,64). Dies könnte bspw. mittels der Kriterien „Unterstützung bei der monetären Bewertung von Kennzahlen und Daten“ (#11; Rang 4/47; AM 1,64), „Aufzeigen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen, Sensitivitätsanalysen“ (#19; Rang 25/47; AM 2,06)

oder „Vorhersagefunktion/Forecasts, Simulationsunterstützung“ (#18; Rang 38/47; AM 2,41) geschehen.

Die Befragten sind der Auffassung, dass es „Verschiedene Benutzerrollen mit entsprechenden Berechtigungen“ geben müsse (#33; Rang 5/47; AM 1,64), was darauf hindeutet, dass verschiedene Stakeholder (vgl. Anhang D: [http://www.uwi.uos.de/Anhang\\_BUIS\\_Graeuler\\_Teuteberg.pdf](http://www.uwi.uos.de/Anhang_BUIS_Graeuler_Teuteberg.pdf)) unterschiedliche Daten, bzw. eine unterschiedliche Sicht auf die Daten benötigen. Dies korrespondiert mit der vergleichsweise hohen Bewertung des Kriteriums „Vermeidung von Informationsüberflutung, d. h. nur absolut notwendige Informationen präsentieren“ (#37; Rang 18/47; AM 1,91). Eine Möglichkeit Informationsüberflutung zu vermeiden wäre, die Benutzer die Granularität der Daten selbst entscheiden zu lassen. Das Kriterium „Auswahl des Abstraktionslevels ("Drill-Down")“ maß die Notwendigkeit dieses Merkmals und wurde ebenfalls sehr hoch bewertet (#39; Rang 10/47; AM 1,76).

Die Teilnehmer sehen die Notwendigkeit für „Gute Dokumentation/Handbücher/Kontext- & Online-Hilfen“ (#40; Rang 7/47; AM 1,7), aber nicht für „Trainingsfunktionalitäten (z. B. integrierte Schulungsvideos)“ (#41; Rang 43/47; AM 2,88). Entwickler sollten daher sorgfältig auswählen, welche Informationen bzgl. der Bedienung der Software notwendig sind und welche nicht. Es sollte jedoch möglich sein die Software einfach zu verstehen und zu benutzen, da dies zur Freude an der Anwendung beiträgt (#44; Rang 6/47; AM 1,67).



**Bild 1: Kriterien von BUIS 2.0(mit Mittelwert unter 2)**

## 7 Implikationen für eine neue BUIS-Schichtenarchitektur

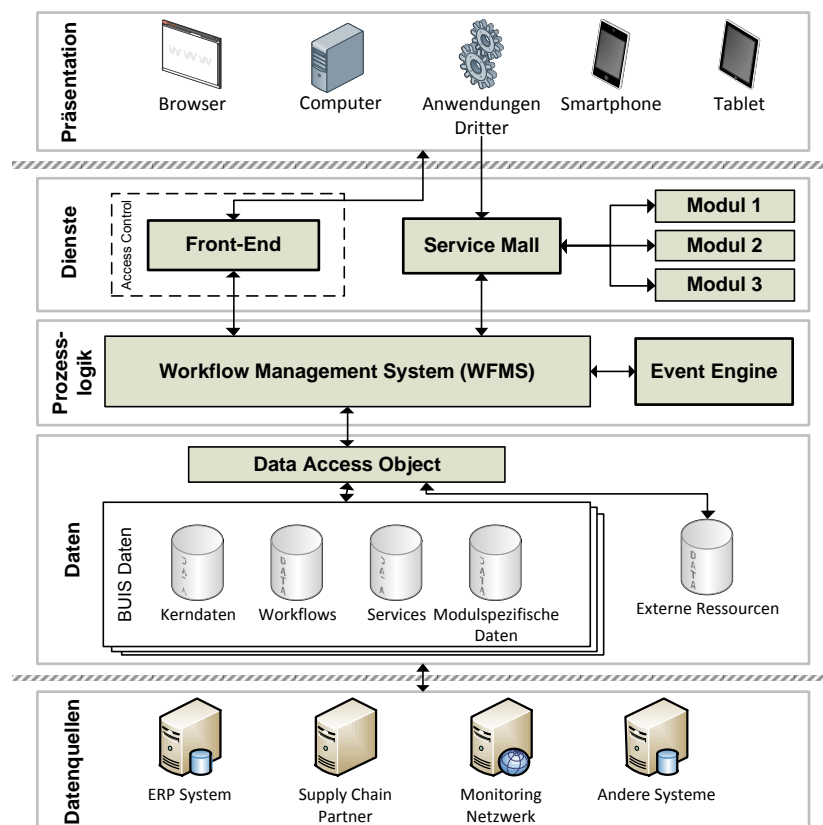
Ziel dieses Abschnitts ist die Abbildung der identifizierten und priorisierten Anforderungen auf eine mögliche Architektur sowie die Darstellung von Schlussfolgerungen für BUIS der nächsten Generation. Dies geschieht im Rahmen der Auslegung des Teilsystems Kernplattform, welches später das verbindende Element der neuen BUIS-Funktionalität werden soll.

Der Modellierungsprozess für die neue BUIS-Architektur wurde in eine Konzeptions- und Realisierungsphase unterteilt. In der ersten Phase werden verschiedene Techniken und Designkriterien evaluiert und ein Feinentwurf der Systemplattform erstellt, der auf den Ergebnissen der Anforderungsfindung und Grobmodellierung aus vorgelagert durchgeführten

Arbeitspaketen basiert. In der anschließenden Realisierungsphase wird zunächst der erste Teil des Entwurfs durch Implementierung der service-orientierten Infrastruktur umgesetzt. In einem zweiten Schritt werden dann die wichtigsten Dienste entsprechend ihrer Priorität realisiert. Die Priorität wird dabei entsprechend des Zeitpunkts der späteren Nutzung durch die Anwendungsszenarien, durch den Zeitpunkt des Bedarfs im Rahmen des evolutionären Vorgehens bei der Umsetzung und durch die Priorisierung bei der Umfrage bestimmt.

Bild 2 stellt die vorgeschlagene neue Architektur für BUIS als typische Mehrschichtenarchitektur dar. Die Präsentation, die Verarbeitung der Anwendungslogik und die Verwaltung der Datenbanken sind hierbei jeweils durch eigenständige Schichten gekapselt. Die Präsentationsschicht bildet die graphische Benutzungsoberfläche des BUIS und bietet für den Endanwender den Zugriff auf das System über feindifferenzierte Regeln und Rechte für den Zugriff. Über die Front-End-Komponente ist diese Schicht mit der Dienstschicht verbunden, welche die eigentliche Funktionalität des Systems, gekapselt in einzelne Dienste, anbietet. Die Hauptkomponente in der Dienstschicht ist die Service Mall in der alle benötigten Dienste – jeweils gruppiert in Module – veröffentlicht und gefunden werden können. Alle Funktionalitäten eines BUIS 2.0 sind in die folgenden drei Module gekapselt:

- **Green IT** für die (teil-)automatische Energieeffizienzmessung der IKT am Beispiel von Rechenzentren
- **Green Logistics und nachhaltige Produktentwicklung** für die automatisierte Ermittlung von Treibhausgas-Emissionswerten entlang der Supply Chain und
- **Nachhaltigkeitsberichterstattung & Reporting**, für eine (teil-)automatisierte Berichterstattung.



**Bild 2:** BUIS 2.0 Schichtenarchitektur

Die jeweils umzusetzenden Geschäftsprozesse werden in Form von Workflows in der Prozesslogik realisiert. Ein Großteil der Aktivitäten dieser Workflows wird mit Hilfe von verteilten Diensten umgesetzt, sodass eine flexible Konfiguration möglich wird. Diese lose Kopplung stellt die Verbindung zwischen der Prozess- und der Dienstschrift dar. Alle Workflows werden durch ein speziell konzipiertes Workflow Management System (WFMS) verwaltet. Sobald sich ein Benutzer angemeldet hat, wird ihm vom System eine Liste aller ihm zugänglichen Workflows zur Auswahl angeboten. Die notwendige Kommunikation zwischen dem WFMS und der Service Mall wird –dem SOA-Konzept folgend – über eine dienstbasierte Kopplung stattfinden. Auf diese Weise können die für die Durchführung eines Workflow benötigten Dienste aufgefunden werden. Analog hierzu ist das WFMS ist auch mit der Event-Engine-Komponente verbunden. Die Aufgabe der Event-Engine als aktive Komponente des Systems wird es sein, (Umwelt-)Zustände zu überwachen und gegebenenfalls Alarmmeldungen (per Email, SMS o. Ä.) oder proaktiv Handlungsempfehlungen zu geben. Die Versorgung der Prozessschicht mit allen benötigten Informationen und Daten wird durch Ankopplung einer Datenschicht über das so genannte Data Access Object Pattern verbunden. Über die Datenschicht wird die Anbindung einer Vielzahl von Datenquellen (und zudem die Integration von bisherigen Insellösungen) möglich sein.

## **8 Zusammenfassung**

### **8.1 Einschränkungen**

Da die Umfrage auf deutsche Teilnehmer begrenzt wurde, können die Ergebnisse nicht direkt auf andere Länder übertragen werden. Weiterhin war es den Autoren nicht möglich, alle Stakeholder-Gruppen in die Umfrage mit einzubeziehen; Aktionäre, Special Interest Gruppen und Gesetzgeber wurden bspw. nicht berücksichtigt. Während der Planung des Forschungsprozesses wurde festgestellt, dass sich eine Priorisierung der Kriterien am besten durch den Einsatz des Analytic Hierarchy Process [2] erreichen ließe. Dieses Vorhaben wurde später verworfen, da dafür eine für Probanden unzumutbar hohe Zahl von 1.081 paarweisen Vergleichen notwendig gewesen wäre.

### **8.2 Handlungsempfehlungen**

Mithilfe der Daten aus der empirischen Analyse, sind Wissenschaftler und Praktiker bei der Entwicklung von BUIS 2.0 gleichermaßen in der Lage, den Eigenschaften, die am wichtigsten für die Benutzer sind, besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die vorgeschlagene Architektur unterstützt die Entwicklung BUIS 2.0 durch die Abnahme von konzeptionellen Überlegungen bei der Gestaltung dieser Software und stellt daher den ersten Schritt in Richtung BUIS 2.0 dar. Basierend auf einer gründlichen Anforderungsdefinition und kohärenten Architektur, können Systeme implementiert und Prototypen an Industriepartner geliefert werden.

### **8.3 Weitere Forschungsarbeiten**

Obwohl das entsprechende Kriterium in der Umfrage schlecht abschnitt (#47; Rang 44/47; AM 2,94), kann erwogen werden, ob BUIS 2.0 in einer Cloud-Computing-Umgebung auf Basis eines Software-as-a-Service-Modells angeboten werden können, anstatt sie individuell in den Rechenzentren der Kunden zu installieren und zu betreuen. Dies könnte ein

Widerspruch in sich sein, denn die Umweltfreundlichkeit von Cloud Computing ist umstritten und stark davon abhängig in welchem Modell es genutzt wird und welche Aufgaben es erfüllen soll [1]. Dabei sollten die Datenschutzbedenken von potenziellen Kunden berücksichtigt werden, obgleich dieses Kriterium in der Umfrage ebenfalls niedrig (#3; Rang 41; AM 2,73) platziert wurde.

Es sollte ein standardisiertes Format zum Austausch von Umweltdaten zwischen Softwareagenten entwickelt werden, damit eine Integration von Software verschiedener Anbieter und entlang der Supply-Chain ermöglicht werden kann. Hierzu gibt es einige Vorarbeiten (bspw. [13], aber bis heute hat sich noch kein Standard durchgesetzt.

Zu einem späteren Zeitpunkt könnten die Kriterien neu evaluiert werden um Einblicke darüber zu bekommen, wie erfolgreich sie im Einzelnen umgesetzt wurden und wie sie weiter verbessert werden können. Durch eine neue Datengrundlage mit einer größeren Grundgesamtheit kann eine Clusteranalyse verschiedene Ansätze für BUIS identifizieren; der Beitrag von Dinter und Stroh [5] kann dabei helfen. Außerdem können die Teilnehmer nicht nur in Wissenschaft und Praxis unterschieden werden, sondern auch andere Stakeholdergruppen (s. Anhang D), was weitere Ergebnisse über deren individuelle Priorisierung bieten könnte.

## Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des Projekts "IT-for-Green: Umwelt-, Energie- und Ressourcenmanagement mit BUIS 2.0" entstanden. Das Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert (Fördernummer W/A III 80119242).

## 9 Literatur

- [1] Baliga, BJ; Ayre, RWA; Hinton, K; Tucker, RS (2010): Green Cloud Computing: Balancing Energy in Processing, Storage and Transport. *Proceedings of the IEEE* 99(1):149-167.
- [2] Berander, P; Andrews, A (2005): Requirements Prioritization. In: Aurum, A; Wohlin, C (Hrsg.), *Engineering and Managing Software Requirements*. Springer Verlag, Berlin.
- [3] Brown, J; Isaacs, D (2005): The World Café: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter. Berrett-Koehler, San Francisco.
- [4] Butler, T; McGovern, D (2009): A conceptual model and IS framework for the design and adoption of environmental compliance management systems. *Information Systems Frontiers*, Online First.
- [5] Dinter, B; Stroh, F (2009): Design Factors for Service-oriented Architecture Applied to Analytical Information Systems: an Explorative Analysis. *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems*. Verona.
- [6] El-Gayar, O; Fritz, BD (2006): Environmental management information systems (EMIS) for sustainable development: a conceptual overview. *Communications of the Association for Information Systems* 17(1):756-784.

- [7] Elkington, J (1998): *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. New Society Publishers, Gabriola Island.
- [8] Fettke, P (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art – Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 48(4):257-266.
- [9] Hevner, AR; March, ST; Park, J; Ram, S (2004): Design science in information systems research. *Management Information Systems Quarterly* 28(1):75-105.
- [10] Holman, P (2009): *The Change Handbook: The Definitive Resource on Today's Best Methods for Engaging Whole Systems*. Berrett-Koehler, San Francisco.
- [11] Jenkins, AM (1985): Research methodologies and MIS research. In: Mumford, E (Hrsg.), *Research Methods in Information Systems*. North-Holland Publishing, Amsterdam.
- [12] Lau, F (1997): A Review of Action Research in Information Systems Studies. In: Lee, A; Liebenau, J; DeGross, J (Hrsg.), *Information Systems and Qualitative Research*. Chapman & Hall, London.
- [13] Lenz, C; Isenmann, R; Marx Gómez, J; Krüger, M; Arndt, H-K (2002): Standardisation of XML-based DTDs for Corporate Environmental Reporting: Towards an EML. *Proceedings of Informatics for Environmental Protection*. Vienna.
- [14] Liebold, R; Trinczek, R (2009): Experteninterview. In: Kühl, S; Strodtholz, P; Taffertshofer, A (Hrsg.), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung - quantitative Methoden der Organisationsforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [15] Loos, P et al. (2011): Green IT: A Matter of Business and Information Systems Engineering? *Business & Information Systems Engineering* 3(4):245-252.
- [16] Melville, NP (2010): Information Systems Innovation for Environmental Sustainability. *MIS Quarterly* 34(1):1-21.
- [17] Mithas, S; Khuntia, J; Roy, PK (2010): Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy. *Proceedings of the International Conference on Information Systems*. St. Louis.
- [18] Murugesan, S (2008): Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional* 10(1):24-33.
- [19] Pfadenhauer, M (2007): Das Experteninterview – Ein Gespräch auf gleicher Augenhöhe. In: Buber, R; Holzmüller, R (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung*. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [20] Rautenstrauch, C (1999): *Betriebliche Umweltinformationssysteme: Grundlagen, Konzepte und Systeme*. Springer-Verlag, Berlin.
- [21] Reips, U-D (2002): Standards for Internet-Based Experimenting. *Experimental Psychology* 49(4):243-256.
- [22] Robra-Bissantz, S (2011): Empirische Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Kurbel, K; Becker, J; Gronau, N; Sinz, E; Suhl, L (Hrsg.), *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*.

- [23] Teuteberg, F; Marx Gómez, J (2010): Green Computing & Sustainability - Status Quo und Herausforderungen für betriebliche Umweltinformationssysteme der nächsten Generation. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik 274:6-17.
- [24] Teuteberg, F; Straßenburg, J (2009): State of the art and future research in Environmental Management Information Systems - a systematic literature review. *Information Technologies in Environmental Engineering I*. Springer, Berlin.
- [25] Watson, RT; Boudreau, M-C; Chen, AJ (2010): Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *Management Information Systems Quarterly* 34(1):23-38.
- [26] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *Management Information Systems Quarterly* 26(2):13-23.
- [27] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik Eine empirische Untersuchung. *Wirtschaftsinformatik* 49(4):280-287.





# **Eine systematische Analyse des Einflusses ökologischer Ziele auf das IT-Service-Management**

**Markus Reiter**

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im DFKI, 66123 Saarbrücken,  
E-Mail: markus.reiter@iwi.dfki.de

**Peter Fettke**

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im DFKI, 66123 Saarbrücken,  
E-Mail: peter.fettke@iwi.dfki.de

**Peter Loos**

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im DFKI, 66123 Saarbrücken,  
E-Mail: peter.loos@iwi.dfki.de

## **Abstract**

IT-Services, wie etwa die Bereitstellung von Suchfunktionen, werden auf Basis einer weltweit verteilten Infrastruktur aus Rechenzentren erstellt. Dies führt dazu, dass Rechenzentren aktuell zu den größten Energieverbrauchern der Informationstechnik zählen. Verfahren zur Steigerung der Energieeffizienz bilden bereits den Gegenstand aktueller Forschungsvorhaben, der Fokus liegt allerdings auf infrastrukturnahen Ansätzen. Methoden zum Management von Rechenzentren wurden bisher nicht oder nur in geringem Umfang auf ihren Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz untersucht. Aus diesem Grund werden am Beispiel der IT-Infrastructure Library (ITIL) – der defacto-Standard für IT-Service-Management (ITSM) – die Implikationen aus der Berücksichtigung ökologischer Ziele für die ITSM-Prozesse herausgearbeitet und ökologisch orientierte Erweiterungen eingeführt.

## **1 Einleitung**

### **1.1 Ausgangssituation**

Vor dem Hintergrund eines weltweit wachsenden Ressourcenverbrauchs gewinnt die nachhaltig ausgerichtete Erstellung von Produkten und Dienstleistungen zunehmend an Bedeutung. Das Prinzip der Nachhaltigkeit fordert, dass sich menschliches Handeln an den Bedürfnissen der Gegenwart orientiert, ohne die Bedürfnisse künftiger Generationen zu vernachlässigen [1]. Zielsetzung ist die Herstellung eines Gleichgewichtszustandes, in welchem der Mensch nicht mehr Ressourcen verbraucht als auf natürliche Weise bereitgestellt werden. Um

dem Anspruch an einen ganzheitlichen Ansatz zu genügen, sind bei einer nachhaltigen Entwicklung neben wirtschaftlichen und technischen Zielen auch ökologische und soziale Ziele zu berücksichtigen [2, 3]. Tabelle 1 verdeutlicht diese Dimensionen am Beispiel eines nachhaltig ausgerichteten Geschäftsprozesses.

<b>Wirtschaftlich</b>	<b>Technisch</b>	<b>Ökologisch</b>	<b>Sozial</b>
langfristige Kundenbindung Kosten pro Instanz langfristiger Marktanteil langfristige Gewinnaussichten Produktivität	Wiederverwendbarkeit der Technologie Mehrfachverwendbarkeit der Technologie	kWh pro ausgeführten Geschäftsprozess gesamter Ressourcenverbrauch Peak-Ressourcenverbrauch produzierte Abfallmenge [kg] CO2-Ausstoß	Gesamtzahl Überstunden Peak-Lastung einzelner Mitarbeiter Gehaltsniveau Qualifikation (Zertifizierung) der Mitarbeiter faire Bezahlung von Lieferanten

**Tabelle 1: Potentielle Kenngrößen für nachhaltige Geschäftsprozesse**

Informationstechnologie wird als eines der Mittel angesehen, um die Erhöhung der Nachhaltigkeit in Wirtschaft und Gesellschaft zu unterstützen. Unter den Stichworten „IT for Green“ und „Green for IT“ werden die Fragestellungen untersucht, wie Informationen verwendet werden können, um die Energieeffizienz verschiedener Anwendungsbereiche, beziehungsweise die Energieeffizienz der Informationsverarbeitung an sich zu verbessern [4].

IT unterstützt beispielsweise die Realisierung von Effizienzgewinnen für Geschäftsprozesse in Industrie, Dienstleistung und Verwaltung durch die Substitution von konkreten Produkten und Dienstleistungen durch elektronische Produkte und Dienstleistungen [5]. Bedingt durch das starke Wachstum wird aber auch der Ressourcenverbrauch von IT selbst spürbar, wodurch diese zum Teil des Problems zu werden droht. So wird der Energieverbrauch durch Rechenzentren in Deutschland in einer Studie des *Borderstep Instituts für Innovation und Nachhaltigkeit* für das Jahr 2008 mit 10,1 TWh angegeben. Dies entspricht bereits einer Größenordnung von 1,8 % des bundesdeutschen Gesamtstromverbrauchs [6]. Gegenstand der Forschung ist daher auch, wie IT effizienter entworfen, betrieben und entsorgt werden kann, insbesondere im Hinblick auf die Energieeffizienz von Rechenzentren [7].

Das *IT-Service-Management (ITSM)* ist bisher nur in geringem Umfang auf seinen Beitrag zur Steigerung der Nachhaltigkeit untersucht und optimiert worden. Eine ökologische Ergänzung seiner kunden- und serviceorientierte Ausrichtung wurde bisher nicht vorgenommen.

## 1.2 Zielsetzung und Aufbau des Beitrags

In diesem Beitrag wird auf Basis einer argumentativ-deduktiven Analyse der Einfluss ökologischer Zielsetzungen auf die ITSM-Prozesse untersucht. Unter einer ökologischen Zielsetzung soll die Formulierung des Anspruchs verstanden werden, Umweltbelastungen aufgrund unternehmerischen Handelns durch angepasstes unternehmerisches Handeln zu vermindern. Der Fokus wird auf diejenigen ökologischen Aspekte der Nachhaltigkeit gelegt, welche sich konform zu ökonomischen Anforderungen an das ITSM umsetzen lassen, um so eine möglichst hohe Realisierungswahrscheinlichkeit zu erreichen.

Im folgenden Kapitel werden der Stand der Forschung zu IT-Service-Management und Nachhaltigkeit im Kontext der Informationstechnologie dargestellt. Die Analyse der Implikationen ökologischer Zielsetzungen auf die ITSM-Prozesse ist Gegenstand von Kapitel 3. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse diskutiert und bewertet, während Kapitel 5 ein abschließendes Resümee vornimmt und einen Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf gibt.

## 2 Stand der Forschung

### 2.1 IT-Service-Management

IT-Service-Management ist ein Teilbereich des Dienstleistungsmanagements [8]. Eine seiner wesentlichen Zielsetzungen ist die Erweiterung des Technologiefokus von IT-Organisationen um eine Service- und Kundenperspektive [9]. Durch IT-Service-Management werden Kunden-Lieferanten-Beziehungen auf Basis definierter Leistungen etabliert, welche aus einem abgestimmten Leistungskatalog ausgewählt und in Form eines Vertrages festgelegt werden. Darüber hinaus fördert IT-Service-Management die Einführung einer einheitlichen Terminologie für die Methoden und Verfahren eines professionellen IT-Betriebs. Prominentester Vertreter des IT-Service-Managements ist das *Common-Practice-Rahmenwerk ITIL (IT Infrastructure Library)*, welches durch das Britische *Office of Government Commerce (OGC)* entwickelt wurde [10]. ITIL beschreibt Methoden und Verfahren zu Entwurf, Betrieb und Verbesserung von IT-Dienstleistungen (IT-Services) auf Basis eines Lebenszyklusmodells. In fünf Bänden werden bewährte Ansätze für *Service Strategy*, *Service Design*, *Service Transition*, *Service Operation* sowie *Continual Service Improvement* anhand von 26 Einzelprozessen beschrieben (Bild 1).

1) Service Strategy	2) Service Design	3) Service Transition	4) Service Operation	5) Continual Service Improvement
1a) Strategy Generation	2a) Service Catalogue Management	3a) Transition Planning and Support	4a) Event Management	5a) 7-Step Improvement Process
1b) Financial Management	2b) Service Level Management	3b) Change Management	4b) Incident Management	5b) Service Reporting
1c) Service Portfolio Management	2c) Capacity Management	3c) Service Asset and Configuration Management	4c) Request Fulfillment	
1d) Demand Management	2d) Availability Management	3d) Release and Deployment Management	4d) Problem Management	
1e) Organizational Development	2e) IT Service Continuity Management	3e) Service Validation and Testing	4e) Access Management	
	2f) Information Security Management	3f) Evaluation		
	2g) Supplier Management	3g) Knowledge Management		

**Bild 1:** Übersicht über die ITSM-Prozesse nach ITIL V3

Die Hauptaufgabe der *Service Strategy* besteht in der langfristig orientierten Ausrichtung der IT-Organisation auf eine wertschöpfende, service- und kundenorientierte Leistungserstellung. Darauf aufbauend werden im Rahmen des *Service Designs* Entwurfsprinzipien für Services sowie die Prozesse beschrieben, nach denen Services zu entwerfen, zu pflegen

und zu verbessern sind. Die *Service Transition* stellt dann diejenigen Prozesse bereit, nach denen die neuen oder angepassten Services in den Regelbetrieb überführt werden. Im Rahmen der *Service Operation* wird die konkrete Erstellung der Dienstleistungen gesteuert und überwacht. *Service Operation* stellt Leitlinien für eine stabile und kontinuierliche Leistungserbringung bereit. Wesentlich sind dabei die Kontrolle der SLA-Einhaltung, die Reaktion auf Probleme oder auch die Steuerung der Kapazitätsauslastung. Im *Continual Service Improvement* (CSI) werden abschließend Methoden von Quality Management, Change Management und Capability Improvement miteinander kombiniert, um Verbesserungen bei *Service Quality*, *Operational Efficiency* und *Business Continuity* zu erreichen. Die durchzuführenden Verbesserungen haben wiederum eine Rückkopplung zu den Prozessen von *Service Strategy*, *Service Design* und *Service Transition* und müssen mit diesen abgestimmt werden.

## 2.2 Nachhaltigkeit in Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik

Nach [12] reicht die Forschung zur Integration der Nachhaltigkeit in die Betriebswirtschaftslehre bis in die 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts zurück. Es herrscht Konsens darüber, dass ökologische Nachhaltigkeit und ökonomische Ziele (Profite) nicht in Konflikt zueinander stehen müssen. Die Anforderungen, welche sich aus ökologischen Zielen ableiten, werden nicht als eine kostensteigernde Mehrbelastung, sondern als Chance zur Entwicklung von neuen Produkten und verbesserten Prozessen begriffen. Wichtigste Ansatzpunkte sind die Weiterverwertung von Abfallstoffen sowie die Erhöhung der Ressourcenproduktivität [11]. Dies geschieht durch verbesserte Produktionsprozesse, veränderte Produktdesigns und eine verbesserte Auslastung der Produktionsfaktoren. Die Erhöhung der Effizienz dient dazu, weniger Ressourcen für die Erstellung von Produkten und Dienstleistungen einzusetzen und gleichzeitig den Anfall von Abfallstoffen und Emissionen zu verringern. Weitere Ansatzpunkte bestehen in der Bewertung und Selektion von Lieferanten, der Verankerung des ökologischen Aspekts in Unternehmensstrategie und Qualitätsmanagement sowie der Integration von Umweltkennzahlen in das Reporting [12]. Im Rahmen von weitergehenden Konzepten, wie etwa der *Corporate Social Responsibility*, verpflichten sich Unternehmen freiwillig zur Beachtung von sozialen und ökologischen Aspekten im unternehmerischen Handeln [13].

Von Seiten der *Wirtschaftsinformatik* und ihrer Schwesterdisziplin *Information Systems Research* wurde das Thema Nachhaltigkeit durch Umweltinformationssysteme thematisiert, erfährt aber erst in den letzten Jahren eine verstärkte Aufmerksamkeit. Die Entwicklung wird durch Begriffe wie *Green IT*, *Green IS*, *Green Computing* oder *nachhaltige Informationssysteme* geprägt. Insbesondere *Green IT* wird an vielen Stellen als der Entwurf ressourceneffizienter Hardware verstanden, während weiterführende Definitionen die systematische Anwendung der Nachhaltigkeitskriterien auf Entwurf, Produktion, Betrieb und Entsorgung von IT-Komponenten fordern. Dadurch werden die notwendigen Prozesse, Rollen und Organisationen mit einbezogen [14]. Sofern nicht nur die reine Infrastruktur betrachtet wird, sprechen einige Autoren in diesem Zusammenhang bereits von *Green IS*, um so die über die Technologie hinausgehende Zusammenarbeit von Menschen, Prozessen, Software und IT zu betonen [15]. In der Rubrik *Meinung/Dialog* der Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK wurden Facetten des Begriffs *Green IT* beispielsweise in den Themenbereichen *Effizienz von Rechenzentren*, der Unterscheidung der Begriffe *Green for IT*

und *IT for Green* sowie in der jungen Disziplin *Green Business Process Management* diskutiert [4].

### 2.3 Nachhaltigkeit im IT-Service-Management

Obwohl Nachhaltigkeit in verschiedenen Disziplinen eine verstärkte Aufmerksamkeit erfährt, wird Nachhaltigkeit im Kontext des ITSM kaum thematisiert. In einem Beitrag zum *nachhaltigen Informationsmanagement* wurden die Einzelaspekte von Nachhaltigkeit, Ressourcentheorie und Informationsmanagement in einem Wirkungskreislauf integriert [16]. Nachhaltiges IT-Service-Management wurde in einer weiteren Arbeit thematisiert, in welcher ein Vorgehensmodell, eine *Sustainability Balanced Scorecard* und einem Reifegradmodell zur Etablierung des nachhaltigen ITSM entwickelt wurde [17]. Grundlegende Eigenschaften und Charakteristika eines nachhaltigen ITSM lassen sich aus diesen Beiträgen allerdings nicht vollständig ableiten.

Als Fazit zu Kapitel 2 ist daher festzustellen, dass Nachhaltigkeit und ITSM relevante Konzepte darstellen, die eine spürbare Aufmerksamkeit in Forschung und Praxis erfahren. Die Entwicklung eines nachhaltigen ITSM erscheint in der bisherigen Forschung allerdings nur in Ansätzen vorgenommen, so dass ein Bedarf für weiterführende Arbeiten besteht.

## 3 Analyse des Einflusses ökologischer Ziele auf das IT-Service-Management

Im folgenden Abschnitt werden die Einflüsse ökologischer Ziele auf die fünf Teilbereiche der ITIL systematisch analysiert und passende Erweiterungen vorgeschlagen.

### 3.1 Service Strategy

*Strategy Generation (1a)*: Die strategische Ausrichtung der IT-Organisation ist auf die Berücksichtigung ökologischer Zielsetzungen zu prüfen und anzupassen. Eine strategische Entscheidung ist beispielsweise die konsequente Ausrichtung der Gesamtorganisation auf Ressourcenproduktivität. Es müssen Konzepte für Märkte entwickelt werden, auf welchen das Angebot ökologisch orientierter IT-Services als Differenzierungsmerkmal eine höchstmögliche Erfolgswahrscheinlichkeit verspricht. Dazu gehören die passenden Produkte und die Entwicklung strategischer Partnerschaften zu Organisationen mit Bezug zu Nachhaltigkeitsthemen. Eine weitere Maßnahme stellt die Etablierung von strategischen Steuerungsgrößen wie etwa der *Sustainability Balanced Scorecard* dar. Darüber hinaus sollte im Rahmen der Service Strategy eine (angepasste) Infrastrukturstrategie verabschiedet werden, welche neuartige Konzepte zur Leistungserbringung (wie etwa *Cloud Computing*) berücksichtigt.

*Financial Management (1b)*: Zur Umsetzung der nachhaltigen IT-Organisation sind die entstehenden Kosten zu kalkulieren und die notwendigen Budgets zu verabschieden. Es ist sicherzustellen, dass Produktinnovationen durch Anwendung einer konsequenten Effizienzsteigerung auch zu Kostenvorteilen führen. Darüber hinaus können Finanzierungen über Geldinstitute abgewickelt werden, welche eine nachhaltige Mittelverwendung fördern.

*Service Portfolio Management (1c)*: Das Service Offering muss um ökologisch orientierte Produkte ergänzt werden. Ökologisch orientierte Services sollen für den Kunden einen

Mehrwert darstellen und ein Differenzierungsmerkmal darstellen. Durch die zugrundeliegende hohe Ressourcenproduktivität müssen sich ebenso attraktive Preise realisieren lassen. Bevor die nachhaltigen Services entworfen werden, müssen die Stärken und Schwächen der IT-Organisation in Bezug auf ihre Ressourceneffizienz bekannt sein.

*Demand Management (1d):* Hauptaufgabe des Demand Managements ist die möglichst passgenaue Prognose der Kundennachfrage, da auf dieser Basis Entscheidungen über langfristig bereitzustellende Kapazitäten getroffen werden müssen. Beispiele sind der Ausbau (oder Rückbau) von Rechenzentren bzw. der Abschluss von Rahmenvereinbarungen mit Lieferanten. Da solche Maßnahmen aufgrund ihres Charakters einen Einfluss auf die langfristige Ressourcenbindung haben, sind möglichst präzise Prognoseverfahren eine entscheidende Voraussetzung zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität. Ebenso sollte die Kundennachfrage über Preismodelle gesteuert werden, so dass Ressourcen möglichst gleichmäßig ausgelastet und langfristig geplant werden können.

*Organizational Development (1e):* Abschließend ist eine Implementierungsstrategie für die (Neu-)Ausrichtung der IT-Organisation zu entwerfen. Die Organisation muss in die Lage versetzt werden, die ökologisch nachhaltig entworfenen Services zu betreiben [18]. Dazu müssen passende Verantwortlichkeiten und Rollen geschaffen werden, die beispielsweise durch die Schaffung einer Stabsstelle ausgestaltet werden. Ergänzt werden kann dies durch den Einbezug von strategischen Partnern, welche Teile der Leistungserstellung übernehmen.

### 3.2 Service Design

*Service Catalogue Management (2a):* Services müssen durch nachhaltig orientierte Service Level Agreements (*Green SLAs*) ergänzt oder durch neue, ressourcenorientierte Services substituiert werden. Dazu ist das Konzept des *Green SLA* einzuführen, welches in diesem Beitrag als eine Vereinbarung zur Erbringung von ökologisch nachhaltig ausgerichteten IT-Services definiert werden soll. Die Vereinbarung beschreibt die Inhalte des Services als auch die ökonomischen und ökologischen Kennzahlen, die vor allem auf eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität abzielen

*Service Level Management (2b):* Die *Green SLAs* müssen mit dem Kunden abgestimmt und dokumentiert werden. Das SLM stellt die Methoden bereit, um die Anforderungen von ökologisch bewussten Kunden entgegenzunehmen und die entsprechenden SLAs zu entwerfen und abzustimmen. Diese werden dann in Operational Level Agreements (OLAs) umgesetzt, welche die internen Leistungsvereinbarungen der IT-Organisation darstellen und ebenso ökologisch ausgerichtet werden müssen. Die Vereinbarungen sind mit Hilfe von passenden Reportings nachzuweisen. Dazu gehört der Entwurf passender Messgrößen wie beispielsweise *kWh pro Leistungseinheit* und *kWh Spitzenlast*, der Ressourcenverbrauch (in kg) oder etwa der CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

*Capacity Management (2c):* Da Ressourcenproduktivität als Quotient von Serviceoutput zu Ressourceneinsatz definiert wird, kommt der Minimierung des Ressourceneinsatzes eine besondere Bedeutung zu. Es sind Methoden zu entwickeln, mit deren Hilfe *Beauftragungsmengen* minimiert werden können. Dazu bietet sich die Kopplung mit ökonomischen *Anreizsystemen* an. Durch Einführung progressiver, verbrauchsabhängiger Tarife können die Nachfragemengen pro Nutzer sowie die Zahl der Nutzer selbst gesteuert werden und so die Ziele Kostenminimierung und Minimierung des Ressourceneinsatzes

gleichberechtigt verfolgt werden. Stärker technisch ausgerichtete Ansätze zur Mengenoptimierung stellen *intelligente Managementverfahren* dar, mit denen beispielsweise Duplikate auf den Speichermedien vermieden werden können. Ein weiterer Ansatzpunkt, der sich positiv auf die bereitzustellenden Kapazitäten auswirkt, ist die *asynchrone Erstellung der Services*. Services werden typischerweise erst dann erstellt, wenn sie beauftragt werden. Sofern aber im Rahmen eines (grünen) SLAs eine verzögerte Ausführung vereinbart wird, kann die Leistungserstellung zu Zeiten erfolgen, zu denen genügend freie Kapazitäten bereitstehen. Dadurch werden Lastspitzen vermieden und vorzuhaltende Maximalkapazitäten reduziert. Eine Zeitverzögerung kann außerdem dazu genutzt werden, den Service in denjenigen Zeiträumen zu erstellen, in welchen die Energieversorgung aus regenerativ erzeugten Energiequellen gewährleistet ist.

*Availability Management (2d)*: Auf Basis eines Informationsaustauschs zwischen dem Kundenprozess und den in Anspruch genommenen IT-Services sollen *Green SLAs* kontextbezogen formuliert werden. Abhängig vom Kunden-Geschäftsprozess werden die ökonomisch orientierten Parameter Betriebszeit, Servicezeit, sowie maximale Ausfallzeit differenziert vereinbart. Ökologisch orientierte Verfügbarkeiten sind demnach umso höher, je wichtiger der Kunden-Geschäftsprozess für dessen Unternehmenserfolg ist. Umgekehrt kann der Ressourcenverbrauch reduziert werden, falls der Service für einen weniger kritischen Geschäftsprozess eingesetzt wird (Beispiel: kein Cluster, keine Spiegelung der Daten).

*IT Service Continuity Management (2e)*: Analog zum Availability Management kann der Kontextbezug zum Kundenprozess dazu genutzt werden, Service Level für die Wiederherstellung im Katastrophenfall differenzierter auszugestalten. Gerade das Service Continuity Management stellt durch die Absicherung von Katastrophen mit Hilfe von Redundanzen (bis hin zur Bereitstellung kompletter Ausfallrechenzentren) einen hohen Anspruch an den Ressourceneinsatz. Sofern Reservekapazitäten nur für kritische Geschäftsprozesse bereitgehalten werden müssen, können Standby-Kapazitäten reduziert werden.

*Information Security Management (2f)*: Die Prozesse dieses ITIL-Teilbereichs dienen vor allem der Definition und dem Management von Sicherheitsrichtlinien. In Bezug auf ökologische Ziele sollte sichergestellt werden, dass ökologisch orientierte Services ebenso den Anforderungen an Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität der Daten genügen wie die rein ökonomisch orientierten Services.

*Supplier Management (2g)*: Da Umweltbelastungen und Ineffizienzen auch über die Supply Chain in das Unternehmen gelangen, sollten vor allem diejenigen Lieferanten bevorzugt werden, welche ihre Leistungen gemäß nachhaltiger Standards erbringen und entsprechend zertifiziert sind. Eine IT-Organisation kann dies durch eine Bewertung ihrer Lieferanten erreichen. Anreize können dadurch geschaffen werden, dass diejenigen Lieferanten, welche ihre Produkte ökologisch nachhaltig erstellen, auf eine *Preferred Supplier*-Liste gesetzt werden oder Abnahmegarantien für ökologisch nachhaltige Produkte erhalten.

### 3.3 Service Transition

*Transition Planning and Support (3a)*: Veränderungsaktivitäten müssen geplant und die benötigten Ressourcen bereitgestellt und koordiniert werden. Potentiale für ökologische Nachhaltigkeit bestehen in der adäquaten und passgenauen Bereitstellung dieser Ressourcen, sowie in der Kontrolle der Umsetzung der ökologischen Service-Erweiterungen.

*Change Management (3b):* Nachdem bestehende Services im Rahmen des Service Designs durch nachhaltige Services ergänzt oder ersetzt wurden, müssen diese in den Regelbetrieb überführt werden. In diesem Zusammenhang ist sicherzustellen, dass die gewünschte ökologische Wirkung implementiert wird, ohne die Kontinuität der Serviceerbringung zu beeinträchtigen. Dem Change Management kommt die Aufgabe zu, *Changes* künftig nicht nur in Bezug auf ihre Auswirkungen auf Kundenzufriedenheit, Kosten und Verfügbarkeit, sondern auch im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz zu bewerten und im Rahmen des Genehmigungsprozesses zu prüfen.

*Configuration Management (3c):* In die Konfigurationsdatenbank sind Beschreibungselemente für die Ressourcennutzung der jeweiligen Komponente/des Services zu integrieren. Zu diesen zählen nachhaltig orientierten Kennzahlen, die im Rahmen der *Green SLAs* definiert wurden, sowie eine Verknüpfung zu den Anwendungssystemen und den Geschäftsprozessen. Auf diese Weise wird für *Availability Management* und *Capacity Management* ein Bezug zwischen Ressource und Kundenanforderung hergestellt.

*Release and Deployment Management (3d):* Die Anpassungen, die zu ökologisch ausgerichteten Services führen, werden in Releases zusammengestellt und in die laufende Leistungserstellung integriert. Im Hinblick auf eine effiziente Ressourcennutzung sollten Releasewechsel in seltenen Abständen erfolgen und die Ressourcen der IT-Organisation möglichst planbar in Anspruch genommen werden. Auch sollten Releasewechsel zu Zeitpunkten geschehen, in denen die Auslastung der IT-Organisation und der IT-Infrastruktur gering ist, um so die vorhandene Infrastruktur möglichst gleichmäßig auszulasten. Dies gilt insbesondere für große IT-Installationen, die bei einem Releasewechsel eine spürbare Last in Netzwerken, Servern, Speichersystemen und Clients der Kunden erzeugen.

*Service Validation and Testing (3e):* Es ist sicherzustellen, dass die in den SLAs festgelegten Vereinbarungen erfüllt und möglichst zielkonfliktfrei umgesetzt werden. Die Konformität zu bestehenden Gesetzen und Selbstverpflichtungen ist sicherzustellen. Bestehende Testverfahren sind weiterzuentwickeln, um neben den ökonomischen SLA-Elementen auch die ökologischen SLA-Elemente verifizieren und testen zu können.

*Evaluation (3f):* Im Rahmen einer ökologisch orientierten Evaluation ist vor allem die Ressourcenproduktivität eines Services zu evaluieren. Darüber hinaus müssen auch die Konformität von Serviceinhalt und -umfang mit den Kundenerwartungen an einen ökologisch geprägten Service überprüft und gegebenenfalls Anpassungen durchgeführt werden.

*Knowledge Management (3g):* Die Einführung ökologisch orientierter Services bedeutet eine Veränderung für die IT-Organisation. Eine ökologische Orientierung erfordert neuartiges Wissen, welches den Mitarbeitern der IT-Organisation möglichst einfach und effektiv zu vermitteln ist. Dazu gehören die notwendigen Schulungsmaßnahmen, die neben dem Wissen über ökologisch orientierte Services auch Hintergrundwissen über Nachhaltigkeit und deren Verankerung in der Strategie der IT-Organisation vermitteln. Zu ökologisch orientierten Maßnahmen zählen ebenso der Verzicht auf papierbasierte Dokumentationen und der Einsatz elektronischer Lehrmedien.

### **3.4 Service Operation**

*Event Management (4a):* Die in den *Green SLAs* festgelegten ökologischen Kennzahlen müssen überwacht und Abweichungen über die festgelegten Grenzwerte hinaus angezeigt



und eskaliert werden. Im Bewusstsein einer IT-Organisation muss die Tatsache verankert werden, dass die Überschreitung ökologischer Grenzwerte künftig als Events zu interpretieren sind, die ihrerseits zu entsprechenden Aktivitäten in Incident Management, Problem Management oder Change Management führen müssen. Dazu sind Sensoren in bestehende Hard- und Software zu integrieren und Monitoring-Tools um die notwendigen Funktionalitäten und Schnittstellen zu erweitern.

*Incident Management (4b):* Im Rahmen des nachhaltigen IT-Service-Managements soll der Incident-Begriff der ITIL erweitert werden, so dass künftig nicht nur die Gefährdung der Serviceerbringung zu Problemlösungsaktivitäten führt, sondern dass diese auch aufgrund der Überschreitung ökologischer ausgerichteter Grenzwerte ausgelöst werden. Ein *Green Incident* wird demnach definiert als ein Ereignis, welches die nachhaltig orientierte Ausführung eines Geschäftsprozesses unterbricht oder dessen Ausführung mit hoher Wahrscheinlichkeit gefährdet.

*Request Fulfillment (4c):* Dieser Prozess ist ausgerichtet auf die Behandlung von Benutzeranfragen, die üblicherweise durch den Service Desk abgehandelt werden und keinen *Request for Change* bedingen. Ökologische Einflüsse sollen sich auch an dieser Stelle durch eine intelligentere Ressourcennutzung bemerkbar machen. Servicemaßnahmen können ressourceneffizient disponiert werden, sofern dies im Rahmend der SLA-Vereinbarung zulässig ist. Auf diese Weise lassen sich Wege und Rüstzeiten auf mehrere Anfragen verteilen.

*Problem Management (4d):* Dieser Prozess ist für die fundierte Analyse von Fehlerursachen und für die Entwicklung von grundlegenden Lösungen verantwortlich. Dazu gehören auch proaktive Maßnahmen, welche das Auftreten von Incidents vermeiden sollen, sowie die Bereitstellung einer "Known Errors"-Datenbank, die zur effizienteren und zielgerichteten Incident-Bearbeitung eingesetzt wird. Verbraucht ein Anwendungssystem pro Transaktion zu viel Energie (z.B. Energieaufwand pro versendete E-Mail), so besteht die Aufgabe des Problem Managements darin, Lösungsansätze zu entwickeln, mit denen die Ressourceneffizienz gesteigert werden kann (z.B. durch die Einführung von Zustellverzögerungen).

*Access Management (4e):* Durch das Management von Benutzerrechten wird festgelegt, auf welche Ressourcen ein Nutzer vollständig, bedingt oder gar nicht zugreifen darf. Somit wird die Inanspruchnahme der bereitgestellten Ressourcen durch das Access Management implizit mitverwaltet. Zugriffsrechte können demnach als Indikator für die Dimensionierung von Kapazitäten herangezogen werden. Das *Access Management* ist mit dem *Capacity Management* zu verknüpfen, um so eine möglichst bedarfsgerechte Bereitstellung der Ressourcen zu gewährleisten.

### 3.5 Continual Service Improvement

*7-Step Improvement Process (5a):* Dieser Prozess beschreibt einen Kreislauf, nach dem Daten gemessen, analysiert, präsentiert und in konkrete Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt werden. Benchmarks, welche zur Beurteilung der konkreten Fähigkeiten der IT-Organisation eingesetzt werden, müssen künftig um ökologische Kenngrößen erweitert werden, um so die ökologische Orientierung bereits in den Messinstrumenten zu verankern. Ressourcenineffizienzen, die in Incident und Problem Management nur reaktiv behandelt werden, sind im Rahmen des CSI durch Erhöhung der Ressourcenproduktivität kontinuierlich zu beheben.

*Service Reporting (5b):* Ökologisch orientierte Stakeholder benötigen Berichte, die Aussagen zur Nachhaltigkeit der IT-Organisation treffen. Diese sind um ökologische Kenngrößen zu erweitern und beispielsweise in Form einer *Sustainability Balanced Scorecard* bereitzustellen. Wird die Einhaltung ökologischer Kenngrößen nachgewiesen, ist dies außerdem ein Ansatzpunkt für die zielgerichtete Vermarktung der ökologischen Services und kann als Differenzierungsmerkmal bei der Kundengewinnung oder bei der Suche nach strategischen Partnern genutzt werden.

## 4 Diskussion

Nachfolgend werden die ermittelten ökologischen Einflüsse auf die ITSM-Prozesse der ITIL zusammenfassend dargestellt und bewertet.

*Service Strategy:* Bei der Implementierung von ökologischen Nachhaltigkeitsaspekten im Unternehmen handelt es sich um eine strategische Neuausrichtung aufgrund veränderter gesellschaftlicher Bedingungen. Da die *Service Strategy* per Definition die Leitlinien für alle unternehmerischen Maßnahmen vorgibt, ist sie relevant für die Integration von ökologischen Aspekten. Dazu gehört die grundsätzliche Entscheidung zur ökologischen Ausrichtung der IT-Organisation, welche sich beispielsweise in Erweiterungen von Services, dem Eintritt in neue Märkte oder der Etablierung neuer strategischer Partnerschaften manifestiert.

*Service Design:* Das Service Design ist ein vielversprechender Ausgangspunkt für die Integration ökologischer Nachhaltigkeitsaspekte in das IT-Service-Management. Durch die Einführung des Konzepts des *Green SLAs* wird ein Ansatzpunkt geschaffen, Services auf Basis einer Kopplung von wirtschaftlichen und ökologischen Zielsetzungen zu entwerfen. Besonders relevante Prozesse sind das *Capacity Management* und das *Availability Management*. Mit Hilfe von *ökonomischen Anreizsystemen* werden die durch die Nutzer nachgefragten Mengen aktiv gesteuert. *Kontextsensitivität* in Bezug auf die ausgeführten Kundenprozesse führt zu differenzierteren Mengen und Verfügbarkeiten, wodurch potentiell weniger Ressourcen vorzuhalten sind und potentiell geringere Kosten entstehen.

*Service Transition:* Die Integration der ökologischen Dimensionen in bestehende Service Offerings ist eine Veränderung, die mit Hilfe professioneller Veränderungsprozesse begleitet werden muss. Dazu müssen diese Veränderungen hinsichtlich ihrer Effektivität beurteilt, freigegeben, getestet, sowie begleitend unterstützt werden. Die Prozesse der Service Transition stellen alle notwendigen Methoden bereit, um ökologische Erweiterungen in eine bestehende Produktionsumgebung zu integrieren. Ein spezifischer, nur die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit betreffender Anpassungsbedarf der Service Transition Prozesse erscheint allerdings nicht erforderlich.

*Service Operation:* Im Rahmen der Service Operation wird durch den Begriff des *Green Incidents* eine essentielle Erweiterung des ITSM vorgenommen. Dieser Begriff ist eng an die Definition des *Green SLAs* gekoppelt und bezeichnet eine Ausnahmesituation, in der die nachhaltige Ausführung des Services gefährdet ist. In einem ökologisch orientierten Umfeld (festgelegt durch Strategie, Märkte und Produkte) ist dies ebenso relevant wie der Ausfall eines Systems. *Event Monitoring* und *Problem Management* sind ebenso relevant und sollen künftig Systemausfälle und Ressourcenineffizienzen gleichberechtigt behandeln. Insgesamt wird die *Service Operation* als einer der wesentlichen Ansatzpunkte für die Verankerung von ökologischer Nachhaltigkeit im ITSM beurteilt.

*Continual Service Improvement*: Analog zu *Service Strategy* und *Service Transition* ist die ökologische Nachhaltigkeit im CSI ein Anpassungsbedarf, der mit den bereitgestellten Methoden zu behandeln ist. Ökologisch orientierte Services profitieren von einem ausgereiften Rahmenwerk, durch welches die Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer Implementierung wesentlich erhöht wird. Relevant ist außerdem das Reporting von ökologischen Nachhaltigkeitskennzahlen, da die IT-Organisation mit Hilfe einer entsprechenden Berichtserstattung ihre Wettbewerbsfähigkeit und ökologische Effektivität gegenüber allen Anspruchsgruppen nachweisen kann.

## 5 Resümee und weiterer Forschungsbedarf

Im vorliegenden Beitrag wurden die Einflüsse ökologischer Zielsetzungen auf den ITIL-Bezugsrahmen systematisch geprüft und passende Erweiterungsmöglichkeiten vorgeschlagen. Das Ergebnis der argumentativ-deduktiv durchgeführten Analyse ist in Bild 2 dargestellt. Ökologische Nachhaltigkeit im ITSM wird nicht etwa nur durch den Entwurf eines zusätzlichen Service-Management-Prozesses hergestellt. Vielmehr wird die Mehrzahl der ITSM-Prozesse übergreifend durch ökologische Ziele beeinflusst und muss entsprechend angepasst werden. Insbesondere in *Service Design* und *Service Operation* wurden starke Einflüsse festgestellt, welche in den vorgeschlagenen Konzepterweiterungen münden. Mit den Erweiterungsvorschlägen in *Capacity-* und *Availability Management* sowie mit der Einführung der Begriffe *Green Incident* bzw. *Green SLA* kann eine ökologisch orientierte Nachhaltigkeit in zentralen Bereichen des ITSM verankert werden.

1) Service Strategy	2) Service Design	3) Service Transition	4) Service Operation	5) Continual Service Improvement
1a) Strategy Generation	2a) Service Catalogue Management	3a) Transition Planning and Support	4a) Event Management	5a) 7-Step Improvement Process
1b) Financial Management	2b) Service Level Management	3b) Change Management	4b) Incident Management	5b) Service Reporting
1c) Service Portfolio Management	2c) Capacity Management	3c) Service Asset and Configuration Management	4c) Request Fulfillment	
1d) Demand Management	2d) Availability Management	3d) Release and Deployment Management	4d) Problem Management	
1e) Organizational Development	2e) IT Service Continuity Management	3e) Service Validation and Testing	4e) Access Management	
	2f) Information Security Management	3f) Evaluation		
	2g) Supplier Management	3g) Knowledge Management		

kein bis geringer Einfluss

geringer bis mittlerer Einfluss

mittlerer bis hoher Einfluss

**Bild 2: Einfluss ökologischer Ziele auf die Prozesse des ITSM**

Die vorgeschlagenen Erweiterungen greifen den Grundsatz der ökologischen Ausrichtung einer Organisation mittels einer erhöhten Ressourcenproduktivität auf und sind folglich auf ökologische und ökonomische Zielsetzungen ausgerichtet. Durch diese gleichgerichtete Optimierung wird ein Anreiz für Innovationen in Service Offering Portfolio und Service Design geschaffen. Da Services immer in Abstimmung mit dem Kunden entworfen und vereinbart werden, kann eine ökologische Orientierung nur dann erfolgen, wenn diese die neuen Services auch nachfragen. Die ökologisch orientierten Services sollten aus diesem Grund durch attraktive verbrauchsorientierte Preismodelle ergänzt werden.

Für die weitere Forschung sind die Potentiale, welche in diesem Beitrag identifiziert wurden, weiter auszubauen. Dazu gehört beispielsweise die Untersuchung der Fragestellung, ob Erkenntnisse aus Veränderungsmaßnahmen wie etwa dem *Business Process Reengineering* zur ökologisch nachhaltig orientierten Transformation einer IT-Organisation genutzt werden können. Ebenso ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die junge Disziplin des grünen Geschäftsprozessmanagements (Green BPM) zu untersuchen. Die Entwicklung von Managementsoftware, mit der die Konzepterweiterungen in der IT-Organisation verankert werden können, trägt darüber hinaus zur Validierung der Ergebnisse bei.

## 6 Literatur

- [1] Hauff, V (1987): Unsere gemeinsame Zukunft – der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Eggenkamp Verlag, Ascheberg.
- [2] Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung" des 13. Deutschen Bundestages (1998): Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin.
- [3] Corsten, H; Reiß, M (2008): Betriebswirtschaftslehre, Band 1. 4. überarbeitete Auflage. Oldenbourg, München, Wien.
- [4] Loos, P; Nebel, W; Marx Gómez, J; Hasan, H; Watson, R; vom Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? *Wirtschaftsinformatik* 53(4): 239-247.
- [5] Houy, C; Reiter, M; Fettke, P; Loos, P (2011): Towards Green BPM – Sustainability and Resource Efficiency through Business Process Management. In: Muehlen, M; Su, J (Hrsg.), *Business Process Management Workshops*. Springer, Berlin.
- [6] Fichter, K (2008): Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Berlin.
- [7] Hintemann, R; Skurk, H (2010): Energieeffizienz im Rechenzentrum. In: Lampe, F (Hrsg.), *Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients*. Vieweg+Teubner, Wiesbaden.
- [8] Galup, SD; Dattero, R; Quan, JJ; Conger, S (2009): An Overview of IT Service Management. *Communications of the ACM* 52(5): 124-127.
- [9] Böhmman, T; Krcmar, H (2004): Grundlagen und Entwicklungstrends im IT-Servicemanagement. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 2004(237): 7-21.
- [10] Office of Government Commerce (2010): *ITIL – Service Operation*. TSO Information and Publishing Solutions, Norwich.
- [11] Porter, ME; van der Linde, C (1995): Green and competitive: Ending the stalemate.
- [12] Elkington, J (1994): Towards the Sustainable Corporation: Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review* 36(2): 90-100.

- [13] Europäische Kommission (2010): The European Commission's definition of CSR. [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/corporate-social-responsibility/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/corporate-social-responsibility/index_en.htm). Abgerufen am 19.09.2011.
- [14] Molla, A; Cooper, VA; Pittayachawan, S (2009): IT and Eco-sustainability: Developing and Validating a Green IT Readiness Model. International Conference on Information Systems (ICIS). AIS Electronic Library.
- [15] Watson, RT; Boudreau, M-C; Chen, AJ (2010): Information Systems and Environmentally Sustainable Development: Energy Informatics and New Directions for the IS Community. MIS Quarterly 34(1): 23-38.
- [16] Schmidt, N-H; Ereke, K; Kolbe, LM; Zarnekow, R (2009): Nachhaltiges Informationsmanagement. Wirtschaftsinformatik 51(5): 463-466.
- [17] Zarnekow, R; Ereke, K (2008): Nachhaltiges IT-Servicemanagement – Grundlagen, Vorgehensmodell und Managementinstrumente. HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik 45(264): 7-18.
- [18] Mithas, S; Khuntia, J; Roy, PK (2010): Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy. International Conference on Information Systems (ICIS). AIS Electronic Library.



# **Ein Konzept zur Identifikation ökologisch nachhaltiger Verbesserungspotentiale unter Bürgerbeteiligung**

**Alexander Nowak, Tobias Binz, Frank Leymann, Daniel Schleicher,  
David Schumm, Sebastian Wagner**

Universität Stuttgart, Institut für Architektur von Anwendungssystemen, 70569 Stuttgart,  
E-Mail: vorname.nachname@iaas.uni-stuttgart.de

## **Abstract**

Die Optimierung von Abläufen zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit ist ein fester Bestandteil heutiger Organisationen. Die immer vielfältigeren Anforderungen an Optimierungsvorhaben, sowie die steigende Komplexität der zu optimierenden Problemstellungen erfordert zum einen die Erschließung neuer Wissensquellen und zum anderen die zielorientierte Nutzung geeigneter Verfahrensmuster aus früheren Problemstellungen. In dieser Arbeit wird am Beispiel der Identifikation ökologisch nachhaltiger Verbesserungspotentiale unter Nutzung von Bürgerbeteiligungen gezeigt, wie soziale Aspekte innerhalb von Optimierungsverfahren effizient eingesetzt und anschließend als strukturierte Verfahrensmuster wiederverwendbar gemacht werden können.

## **1 Einleitung**

Die Optimierung von Abläufen ist fester Bestandteil heutiger Organisationen, wie bspw. Unternehmen oder Stadtverwaltungen. Die Optimierungsvorhaben werden meist durch monetäre Aspekte geprägt: Unternehmen versuchen ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und die Gewinne zu maximieren, während Stadt- oder Gemeindeverwaltungen versuchen, eine möglichst wirtschaftliche und effiziente Verwendung ihres Haushalts zu erreichen. Verfahrensmuster (engl. „Patterns“) können in diesem Zusammenhang dazu verwendet werden, gute Lösung für häufig auftretende Problemstellungen zu erfassen. Alexander [1] hat dieses Vorgehen als einer der ersten für Architekturproblemstellungen eingeführt. Dieser Musteransatz ist universell einsetzbar und kann auch dazu verwendet werden, gute Lösungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit in Organisationen zu erfassen. Eine wesentliche Fragestellung in einem auf Muster basierenden Ansatz ist, wie genau die Verfahrensmuster zur Nachhaltigkeit identifiziert werden können.

Eine Möglichkeit besteht darin, Expertengruppen unterschiedliche, bestehende Abläufe untersuchen zu lassen und daraus allgemeine Erkenntnisse für bestimmte Verbesserungs-

potentiale abzuleiten. Ein fehlender Bestandteil eines solchen Analyseansatzes ist jedoch die Integration sozialer Aspekte und der Nutzung des Wissens mehrere unterschiedlicher Gruppen. Die Bürger einer Stadt oder die Angestellten eines Unternehmens bieten einen enormen Wissens- und Erfahrungsschatz bezüglich unterschiedlicher Abläufe und Problemstellungen innerhalb ihrer Stadt oder Organisation und sollten daher in Optimierungsvorhaben mit einbezogen werden.

Diese Arbeit beschreibt deshalb am Beispiel ökologisch nachhaltiger Verbesserungspotentiale einen umfassenden Ansatz zur Integration sozialer Aspekte in Optimierungsvorhaben sowie der daraus resultierenden Identifikation von allgemeingültigen Verfahrensmustern eines bestimmten Anwendungsgebiets. Unter sozialen Aspekten sind bspw. gemeinschaftliche Gesichtspunkte von Personen zu verstehen, welche direkt oder indirekt in einzelne Abläufe eines Anwendungsgebiets involviert sind. Das Ziel des in dieser Arbeit vorgestellten Ansatzes besteht darin, dass Wissen dieser Personen entsprechend nutzbar zu machen, um sowohl den Umwelteinfluss als auch die monetären Aspekte einer Stadt zu optimieren. Ein geographisch eindeutig bestimmbare Problemstellung (bspw. an einer bestimmten Straßenkreuzung) und deren potentieller Lösungsansatz, sowie entsprechende gemeinschaftliche Diskussionen und Bewertungen erlaubt es Stadtverwaltungen, gezielt Gegenmaßnahmen zur Behebung des Problems einzuleiten. Basierend auf Abstraktionsmechanismen und dem häufigeren Auftreten bestimmter Problemstellungen können allgemeine Verfahrensmuster für Verbesserungen identifiziert werden und als „Musterlösungen“ in zukünftigen Problemstellungen wiederwendet werden. Die Erfahrungen, welche in den Musterlösungen abgebildet sind, bieten zukünftig eine schnelle und kostenoptimierte Adressierung bestimmter Problemstellungen.

Der wissenschaftliche Beitrag dieser Arbeit umfasst ein Konzept für die Gestaltung eines sozialen Optimierungssystems mit drei wesentlichen Kernbereichen: (1) die Sammlung, Klassifikation und Bewertung von Problemstellungen in Städten am Beispiel von ökologischer Nachhaltigkeit, (2) das Management und die Analyse der zugehörigen Lösungsansätze und (3) die Identifikation von Verfahrensmustern zur Wiederverwendbarkeit bestimmter Lösungsansätze in wiederkehrenden Problemstellungen. Eine prototypische Implementierung des Optimierungssystems ist derzeit in Arbeit.

Der weitere Aufbau der Arbeit gliedert sich wie folgt: Kapitel 2 beschreibt den grundlegenden Gesamtansatz, das erforderliche Begriffsmodell, einen Ansatz zur thematischen Klassifikation von Problemstellungen im Allgemeinen, sowie zur Identifikation von relevanten Problemstellungen im Detail. Kapitel 3 beschäftigt sich anschließend mit Anreizmechanismen für Benutzer und Verwertbarkeit der Ergebnisse. Kapitel 4 beschreibt weitere Einsatzgebiete und Anwendungsmöglichkeiten über das verwendete Beispiel der ökologischen Nachhaltigkeit hinaus. Kapitel 5 beschreibt verwandte Arbeiten und Kapitel 6 fasst die Arbeit zusammen und zeigt zukünftige Forschungsarbeiten auf.

## 2 Konzept

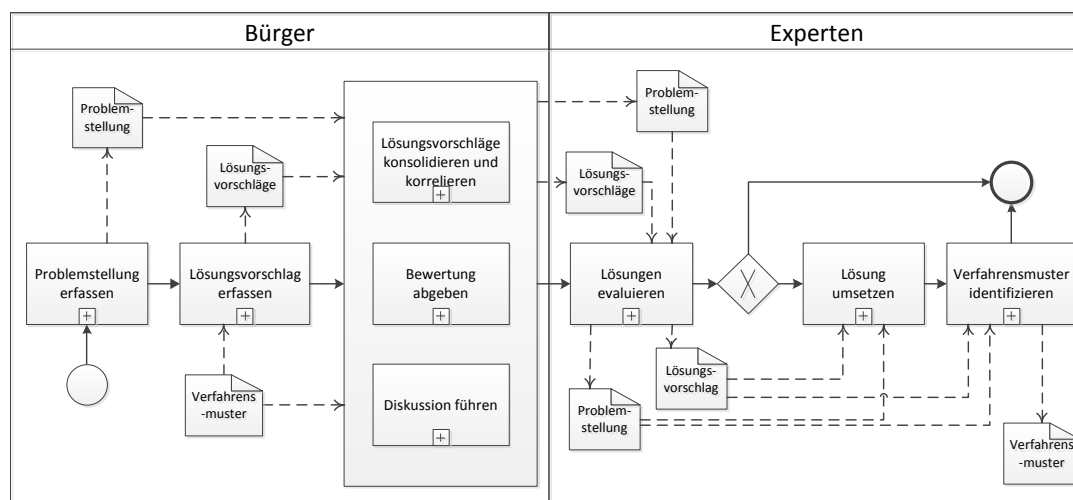
Dieses Kapitel stellt den methodischen Ansatz des sozialen Optimierungssystems vor. Dieser Ansatz beinhaltet im Kern die Sammlung, Klassifikation und Bewertung von Problemstellungen, das Management und die Analyse von zugehörigen Lösungsansätzen, sowie die Identifikation von Verfahrensmustern. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden die



einzelnen Schritte anhand des Anwendungsbeispiels für ökologisch nachhaltige Verbesserung einer Stadt durch Bürgerbeteiligung veranschaulicht. Der Ansatz ist nicht auf ein spezifisches Anwendungsgebiet beschränkt, sondern lässt sich auch auf andere Domänen anwenden, bspw. auf die Optimierung von Abläufen innerhalb von Unternehmen (siehe Kapitel 4).

## 2.1 Methodischer Ansatz

Bild 1 zeigt eine Übersicht des methodischen Ansatzes unter Verwendung der Prozessbeschreibungssprache BPMN [2]. Der Ablauf ist in zwei Bereiche gliedert: einen gesellschaftsorientierten Teil („Bürger“) zur Sammlung, Bewertung und Diskussion von Problemstellungen und zugehörigen Lösungsansätzen, sowie einen verwaltungsorientierten Teil („Experten“) zur Analyse und möglichen Realisierung der Optimierungsvorhaben. Bild 1 zeigt dazu konzeptionell und grob-granular die notwendigen Aktivitäten. Die Initiierung einer neuen Problemstellung erfolgt auf gesellschaftlicher Ebene durch die sich beteiligenden Bürger, dargestellt durch die Aktivität *Problemstellung erfassen*. Anhand einer Klassifikation für verschiedene Problemtypen, welche sich je Anwendungsgebiet unterscheiden können, lassen sich Problemstellungen von Bürgern erfassen und entsprechende Problemtypen zuordnen. Die Möglichkeit, eine Problemstellung mit einer Web-basierten Kartenanwendung zu verknüpfen, erlaubt zudem die einfache Angabe geographischer Attribute. Weitere Problemattribute wie eine zeitliche Einordnung werden an dieser Stelle ebenso festgelegt. Für konkrete Problemstellungen können anschließend entsprechende Lösungsvorschläge gesammelt werden (*Lösungsvorschlag erfassen*) und mit Hilfe von Diskussionen in der Gemeinschaft (*Diskussionen führen*) sowie der Bewertung (*Bewertung abgeben*) von Lösungsvorschlägen verfeinert werden. In dieser Stufe können ähnliche Lösungsvorschläge und auch ähnliche Problemstellungen konsolidiert werden. Diese Konsolidierung erlaubt es auch bereits vorhandene Lösungsvorschläge und Verfahrensmuster mit neuen Problemstellungen zu korrelieren und zielorientiert wiederzuverwenden (*Lösungsvorschläge konsolidieren und korrelieren*).



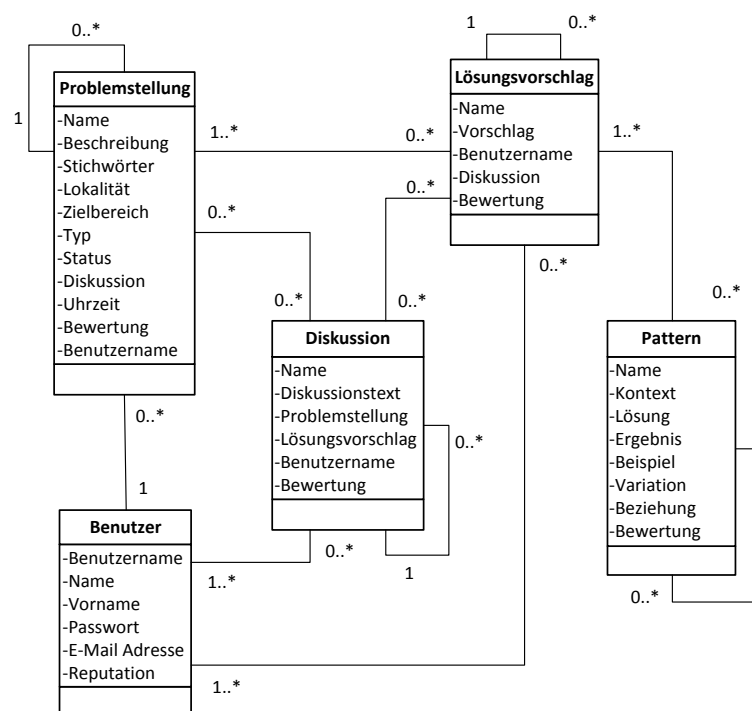
**Bild 1: Methodischer Ansatz**

Der zweite Teil (Bild 1, rechts) beschreibt die notwendigen Aktivitäten zur Lösungsevaluation und -umsetzung, repräsentiert durch die Aktivitäten *Lösung evaluieren* und *Lösung umsetzen*. Die mögliche Umsetzung des Lösungsvorschlags fällt in das jeweilige Aufgabengebiet

der verantwortlichen Verwaltungseinheit. Ein relevanter Aspekt des Ansatzes besteht in der Wiederverwendbarkeit der Ergebnisse, die durch den Aufbau einer Wissensdatenbank gewährleistet wird (*Verfahrensmuster identifizieren*). Dies ermöglicht die Verwendung der Ergebnisse und Verfahrensmuster in verschiedenen Problem- und Verwaltungsbereichen. Dieses Vorgehen setzt eine umfangreiche Auswertung voraus, welche dokumentiert, wie sich die umgesetzten Maßnahmen in der Realität behauptet haben und ob der gewünschte Erfolg eingetreten ist.

## 2.2 Aufbau und Zusammenhang des Begriffsmodells

Für die Unterstützung des in Bild 1 gezeigten methodischen Ansatzes wird ein erweiterbares Begriffsmodell benötigt, welche die Problemstellungen, die Lösungsvorschläge und die Verfahrensmuster adäquat beschreibt. Bild 2 zeigt einen Entwurf des Begriffsmodells für das Eingangsbeispiel einer ökologisch nachhaltigen Verbesserung einer Stadt.



**Bild 2:** Aufbau und Zusammenhang des methodischen Ansatzes – Begriffsmodell

Die Entität *Benutzer* repräsentiert die Benutzer des Systems. Die Benutzer können beliebige *Problemstellungen* und *Lösungsvorschläge* zu vorhandenen Problemstellungen erstellen sowie entsprechende Diskussionsbeiträge verfassen. Einzelne Problemstellungen können sich auf weitere Problemstellungen beziehen. Jeder *Problemstellung* können ein oder mehrere *Lösungsvorschläge* zugeordnet werden, welche sich wiederum auf weitere Lösungsvorschläge beziehen können. Beiden Entitäten können zusätzlich beliebig viele Diskussionen hinzugefügt werden. Aus vorhandenen Lösungsvorschlägen, welche sich als gute Lösungen bestimmter Problemstellungen erwiesen haben, können anschließend durch Benutzer der Gruppe *Experte* Verfahrensmuster abgeleitet werden, welche in zukünftigen Problemstellungen wiederverwendet werden können. Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist die gemeinschaftliche Bewertung von Problemstellungen, Lösungsvorschlägen, Diskussionsbeiträgen und Verfahrensmustern. Dies ermöglicht zum einen die entsprechende Relevanz

der Elemente aus Bürgersicht zu identifizieren. Zum anderen kann damit die Reputation von Benutzern beeinflusst werden: Je besser die Beiträge eines Benutzers bewertet sind, desto besser ist in der Regel die Qualität und somit die Relevanz seiner Beiträge.

Die Korrelation verschiedener Problemstellungen und Lösungsansätze ist ein entscheidender Aspekt der Ergebnisanalyse. Ein Lösungsvorschlag kann bspw. verschiedene Problemstellungen abdecken (Indikator für ein Verfahrensmuster) oder durch die Kombination mit vorhandenen Lösungsvorschlägen weiter verbessert werden.

### 2.3 Klassifikation von Problemstellungen

Um Problemstellungen für andere Nutzer adäquat zu beschreiben und automatisierte Konsolidierung, Korrelation und Auswertung zu ermöglichen, müssen diese in strukturierter Art und Weise klassifiziert werden. Die geeignete Darstellung des „Problemformats“ hat dabei entscheidende Auswirkungen auf die Korrelation verschiedener Problemstellungen, die Analyse sowie das Ableiten von Verfahrensmustern. Je nach Anwendungsgebiet müssen deshalb entsprechende Attribute definiert werden, um einen bestimmten Sachverhalt zielgerecht beschreiben zu können.

Attribut	Beschreibung
<i>Name</i>	Name der Problemstellung. <i>Beispiel: Ampelschaltung Universitätsstraße</i>
<i>Lokalität</i>	Geographisches Auftreten der Problemstellung. <i>Beispiel: Universitätsstraße 1.</i>
<i>Zeit</i>	Zeit, an welcher eine bestimmte Problemstellung aufgetreten ist. <i>Beispiel: 24.08.2011, 11.30 Uhr / Montags / Andauernd, etc.</i>
<i>Zielbereich</i>	Beschreibt, wen eine bestimmte Problemstellung betrifft. <i>Beispiel: Öffentlicher Bereich, Privatleute, Firmen, etc.</i>
<i>Typ</i>	Beschreibt den Typ einer Problemstellung näher. <i>Beispiel: Verkehrsberuhigung, Energiesparen, etc.</i>
<i>Status</i>	Gibt den Status einer Problemstellung an. <i>Beispiel: Neu, In Bewertung, In Bearbeitung, Abgelehnt oder Umgesetzt.</i>
<i>Diskussion</i>	Beschreibt die Erörterung einer Problemstellung aus Sicht der Gesellschaft / Benutzer.
<i>Bewertung</i>	Beschreibt die Relevanz einer Problemstellung innerhalb der Gesellschaft durch Bewertungen. Dies ermöglicht zugleich die „Stimmung“ der Gesellschaft bezüglich einzelner Vorhaben aufzunehmen. <i>Beispiel: Schaltung Ampelanlage Universitätsstraße [Bewertung 4 von 5 Punkten]</i>

**Tabelle 1: Klassifikation der Problemstellung**

In Anlehnung an das im Stuttgarter Bürgerhaushalt vorgesehene Klassifikationsschema<sup>1</sup> zur Erfassung von Problemstellungen ergibt sich im Rahmen dieser Arbeit, unter Berücksichtigung des Beispiels einer ökologisch nachhaltigen Verbesserung einer Stadt, der in Tabelle 1 dargestellte Vorschlag eines erweiterten Klassifikationsschemas. Hierbei ist es wichtig zu erwähnen, dass diese Klassifikation keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und für konkrete Anwendungsszenarien gegebenenfalls erweitert oder angepasst werden

<sup>1</sup> Bürgerhaushalt Stuttgart, [www.buergerhaushalt-stuttgart.de/](http://www.buergerhaushalt-stuttgart.de/).

muss. Zusätzlich können weitere Attribute wie digitale Fotos oder Videos aufgenommen werden. Mit Hilfe dieser Struktur sowie einer frühzeitigen Erkennung von Korrelationen zwischen unterschiedlichen Problemstellungen ermöglicht der Ansatz eine zielorientierte Analyse von Sachverhalten und damit Vorschläge potentieller Lösungsansätze bereits beim Erfassen der Problemstellungen.

## **2.4 Methode zur Identifikation von relevanten Problemstellungen**

Relevante Problemstellungen zeichnen sich häufig durch ein hohes (ökologisches) Einsparpotential in Verbindung mit einer möglichst einfachen Umsetzbarkeit aus. Diese Arten von Problemstellungen gilt es auf Basis verschiedener Indikatoren zu identifizieren. Problematisch hierbei ist insbesondere, dass in den meisten Fällen das Einsparpotential und die Umsetzbarkeit nicht automatisch im Voraus bewertet werden kann. Wir haben eine zweistufige Methode zur Identifizierung relevanter Problemstellungen entwickelt:

Im ersten Schritt werden ähnliche oder gleiche Problemstellungen konsolidiert. Dieser Schritt ist notwendig, da ein und dasselbe Problem in der Realität mehrmals mit unterschiedlichen Beschreibungen und Bewertungen erfasst werden kann. Die Klassifikation der erfassten Problemstellungen lässt die Korrelation unter Anwendung verschiedener Aspekte zu, bspw. auf Basis der semantischen Ähnlichkeit der Beschreibung von Problemstellungen [3], der geographischen Nähe, der zeitlichen Nähe, etc. sowie aus einer Kombination dieser Aspekte. Zu beachten sind hierbei insbesondere semantisch differenzierte Korrelationen. Kontrovers diskutierte Probleme und Lösungsvorschläge weisen bspw. nicht unbedingt auf ein hohes Einsparpotential hin und meist noch weniger auf eine leichte Umsetzung.

Im zweiten Schritt wird die Relevanz der Problemstellung ermittelt. Ein zentraler Bestandteil in beiden Schritten ist die Reputation eines Benutzers der Plattform, welche auf drei verschiedenen Komponenten basiert: (1) Aktivität: Anzahl der eingetragenen Problemstellungen, Lösungsvorschläge, Kommentare und Bewertungen. (2) Qualität: Diese Aktivitäten werden mit der effektiven Einsparung gewichtet, welche jeweils nach Lösung des Problems und nach deren Umsetzung berechnet wird. (3) Vertrauenswürdigkeit: Andere Benutzer können die Aktivitäten eines Benutzers bewerten. Diese Bewertung von Aktivitäten kann in die Benutzerreputation einfließen, welche durch automatische Verfahren nicht erreicht werden kann.

### **2.4.1 Konsolidierung ähnlicher Problemstellungen**

Die Konsolidierung wird durch eine Ähnlichkeitsanalyse auf verschiedenen Ebenen realisiert, welche unter anderem den Ort, Zeitpunkt, Verknüpfung durch Benutzer und die Beschreibung der Problemstellung betrachtet. Eine starke örtliche Nähe kann auf einen Zusammenhang verschiedener Problemstellungen hinweisen, genauso wie mehrere Erfassungen am gleichen Tag oder zur gleichen Uhrzeit an unterschiedlichen Tagen. Unter Verwendung von Schlüsselwörtern, welche von den Benutzern angegeben und vom System mit bestehenden Algorithmen [4] aus der Beschreibung extrahiert werden, kann die inhaltliche Nähe zweier Problemstellungen ermittelt werden. Mit einem Document Clustering Algorithmus, wie bspw. in [5][6][7] beschrieben, kann anschließend die Nähe der Problemstellungen basierend auf einer Ähnlichkeitsfunktion bestimmt werden. Zusammenhängende Cluster von Problemstellungen werden dann zu einer Problemstellung zusammengefasst.

Dabei ist sicherzustellen, dass alle wichtigen Inhalte einer Problemstellung erhalten bleiben, sowie alle beteiligten Benutzer als Beitragende ausgewiesen werden. Eine manuelle Nachbearbeitung zusammengefasster Problemstellungen kann in manchen Fällen erforderlich sein.

Auch beim Erfassen der Problemstellungen sieht der Ansatz bereits Maßnahmen vor, um Duplikate zu vermeiden. Die Korrelation neu erfasster Problemstellungen zu Bestehenden kann schon während der Eingabe mit den gleichen Methoden durchgeführt werden wie sie in der späteren Konsolidierung verwendet werden. Falls der Benutzer der sofortigen Konsolidierung zustimmt, werden die Daten der existierenden Problemstellung entsprechend übernommen oder erweitert und der Benutzer als Beitragender zu dieser Problemstellung hinzugefügt. Benutzer haben zudem die Möglichkeit, verschiedene Problemstellungen manuell zu verknüpfen, was wiederum ein starkes Kriterium für die Ähnlichkeit zweier Problemstellungen ist. Diese Verknüpfungen werden zusätzlich mit der Reputation des Benutzers gewichtet, der sie anlegt.

#### **2.4.2 Ermittlung der Relevanz einer Problemstellung**

Nach der Konsolidierung werden die zusammengefassten Probleme auf ihre Relevanz hin bewertet. Dafür werden die nachfolgenden Dimensionen betrachtet:

*Häufigkeit der Erfassung:* Problemstellungen, welche von vielen Benutzern erfasst wurden, also im vorhergehenden Schritt aus vielen anderen Problemstellungen zusammengefasst wurden, sind ein Indikator für die tatsächliche Existenz eines Problems und dessen Relevanz. Außerdem ist davon auszugehen, dass durch die verschiedenen Benutzer eine gute Problembeschreibung und -klassifikation vorhanden ist, welche in den darauffolgenden Schritten hochwertige Ergebnisse gewährleistet.

*Reputation:* Ein weiterer Faktor für die Relevanz besteht darin, welche Benutzer sich an dieser Problemstellung beteiligt haben. Dies beinhaltet auch die entsprechende Diskussion und Bewertung der Problemstellung. Benutzer mit einer hohen Reputation und somit auch Erfahrung zeigen die Relevanz dieser Problemstellung.

*Einsparpotential:* Inhaltlich ähnliche Problemstellungen welche gelöst wurden, sind gute Indikatoren für die Relevanz einer bestimmten Problemstellung. Aufgrund der zur Verfügung stehenden, durchgehenden Dokumentation kann das Einsparpotential der neuen Problemstellung aus bereits gelösten Problemstellung abgeleitet werden.

### **3 Umsetzung**

#### **3.1 Anreizmechanismen**

Die Integration sozialer Aspekte in Optimierungsverfahren setzt die Motivation der einzubindenden Zielgruppen voraus, sich entsprechend zu beteiligen. Dies bedeutet, dass die Qualität der Beiträge, im Gegensatz zu deskriptiven Optimierungsansätzen, von der Beteiligung der Zielgruppe abhängt. Dieses Kapitel beschreibt zwei unterschiedliche Mechanismen, um Zielgruppen dazu zu motivieren, sich über ökologische Defizite konstruktiv Gedanken zu machen und somit zur Sammlung und gemeinsamen Lösung von Problemstellungen beizutragen.

Der erste Mechanismus auf den wir hierbei eingehen beschäftigt sich mit dem Anreiz, welcher durch wettkampfähnliche Bedingungen entsteht. Je höher das Ansehen eines Mitglieds innerhalb der Gemeinschaft ist, desto höher ist auch die Anerkennung seiner Leistungen. Dieses Bestreben verleiht zusätzliche Motivation und Gruppendynamik. Dieser „Wettkampf“ könnte durch eine Veröffentlichung der Anzahl der gemeldeten Problemstellungen, Problemlösungen oder Reputation als Aggregation aller Aktivitäten und deren Qualität weiter intensiviert werden. Organisationen, wie zum Beispiel Greenpeace, könnten sowohl ihre Wahrnehmung in der Öffentlichkeit als auch einen Imagegewinn erreichen, wenn ersichtlich wird, dass Mitglieder dieser Organisation überproportional an der Lösung ökologischer Problemstellungen einer Stadt beitragen. In diesem Zusammenhang wäre es auch denkbar, einen periodischen „Sieger“ zu ermitteln, welcher dann auf der Webseite der Stadtverwaltung oder einer Lokalzeitung der Öffentlichkeit präsentiert wird.

Einen weiteren Mechanismus stellen monetäre Anreizsysteme dar, welche die Bürger einer Stadt zur aktiven Teilnahme am Problemfindungs- und Lösungsprozess motivieren. Denkbar wäre hierzu bspw. die Einführung eines geeigneten Bonussystems, welches je nach Beteiligung des einzelnen Bürgers sowie dem einer Problemlösung zugeordneten Einsparpotentials, Punkte verteilt werden. Mit diesen Punkten könnte dann bspw. ein Einkauf im teilnehmenden Einzelhandel der Stadt getätigt werden. Weitere Anreizmechanismen sind durchaus denkbar.

### **3.2 Verwertbarkeit der Ergebnisse durch Verfahrensmuster**

Die Sammlung von Problemstellungen und Lösungsvorschlägen sowie deren Diskussion bietet weitreichende Informationen bezüglich bestimmter Problemstellungen. Für die Verbesserung des gesamten Optimierungs-Ökosystems ist es deshalb wichtig, diese Informationen auch innerhalb zukünftiger Problemstellungen und Optimierungsvorhaben bereitzustellen und entsprechend zu integrieren. Wird bspw. ein Lösungsvorschlag häufig verwendet (unter Umständen auch in verschiedenen Typen von Problemstellungen), ist dies ein Indiz für die Relevanz und die Wiederverwendbarkeit dieses Lösungsvorschlags. Er bietet damit für bestimmte Arten von Problemstellungen eine valide und effiziente Vorgehensweise, welche in Form eines allgemeinen Vorgehensmusters festgehalten werden kann. Unter Berücksichtigung etablierter Literatur zur Beschreibung von Mustern [1][8] haben wir in dieser Arbeit die in Tabelle 2 beschriebene Struktur zur Beschreibung von Verfahrensmustern im Umfeld der ökologisch nachhaltigen Verbesserung von Städten definiert. Um die Qualität bestehender Verfahrensmuster dauerhaft zu verbessern, kann ein „Wiki“ verwendet werden, welches die Möglichkeit bietet, diese zu diskutieren, zu detaillieren und zu bewerten. Die Relevanz der Lösungsvorschläge kann unter anderem mit Hilfe von Benutzerbewertungen oder Ranglisten der am häufigsten umgesetzten Lösungen bestimmt werden. Diese Form der Ergebnisbereitstellung unterstützt unterschiedliche Arten der Ergebnisverwendung, -sicherung und -optimierung: Verfahrensmuster können von der Zielgruppe begutachtet, erweitert und bewertet werden.

Musterattribut	Beschreibung
<i>Name</i>	Name des Verfahrensmusters <i>Beispiel: Reduzierung von Emissionen an Ampelanlagen</i>
<i>Kontext</i>	Beschreibt, in welchem Kontext, bzw. unter Betrachtung welcher Problemstellung das Verfahrensmuster verwendet werden kann. <i>Beispiel: Das Anfahren an Ampelanlagen verursacht einen hohen Ausstoß an Emissionen. Dies führt an vielbefahrenen Kreuzungen oder mehreren, aufeinander folgenden Ampelanlagen zu hohen Belastungen der Luftqualität.</i>
<i>Lösung</i>	Beschreibt, wie mit Hilfe des Verfahrensmusters eine Lösung der Problemstellung erreicht werden kann. <i>Beispiel: Einführung einer intelligenten Ampelsteuerung unter dem Gesichtspunkt eines minimierten Emissionsgehalts. Mehrere, aufeinander folgende Ampeln werden auf den Verkehrsfluss abgestimmt („Grüne Welle“). An vielbefahrene Kreuzungen werden die Schaltzeiten verlängert. Ein Verkehrsschild weist die Bürger auf diese Maßnahme hin.</i>
<i>Ergebnis</i>	Beschreibt, welches Ergebnis und welche Auswirkungen die Anwendung des Verfahrensmusters herbeiführen. <i>Beispiel: Durch aufeinander abgestimmte Schaltzeiten von drei aufeinanderfolgenden Ampeln konnte die Emissionsbelastung im Bereich des Stadtgebiets IV um 5% reduziert werden.</i>
<i>Beispiel</i>	Gibt ein Beispiel für die Anwendung des Verfahrensmusters an. <i>Beispiel: Grüne Welle Universitätsstraße.</i>
<i>Variationen</i>	Beschreibt, unter welchen Umständen oder Anpassungen das Verfahrensmuster auch in verwandten Problemstellungen angewendet werden kann oder die Anpassung auf bestimmte Rahmenbedingungen des Einsatzes. <i>Beispiel: Grüne Welle von 7.00 – 9.00 Uhr Fahrtrichtung Universität.</i>
<i>Beziehungen zu anderen Verfahrensmustern</i>	Beschreibt die Abhängigkeiten und Beziehungen zu weiteren Verfahrensmustern sowie die Möglichkeiten der Kombination von unterschiedlichen Verfahrensmustern zur Optimierung des Gesamtergebnisses. <i>Beispiel: Um den Verkehrsfluss in eine Richtung zu verbessern, können Fahrspuren gemeinsam genutzt werden. Die Benutzung der Standspur kann den Verkehrsfluss weiter verbessern.</i>

**Tabelle 2: Struktur der Verfahrensmuster**

Diejenigen Verfahrensmuster, die am effizientesten umgesetzt werden konnten, bekommen erfahrungsgemäß die besten Bewertungen, da die Zufriedenheit der Bürger in diesen Fällen am höchsten ist. Für die effektive Visualisierung können die am besten bewerteten Verfahrensmuster an einer exponierten Stelle des Webauftritts präsentiert werden. Damit ist diese Information für viele Benutzergruppen zugänglich (wie der Verwaltung anderer Städte) und kann bspw. auch bei der präventiven Vermeidung von Fehlern helfen, etwa in der Bauplanung. Zum anderen kann die Relevanz der Verfahrensmuster identifiziert werden und in neuen Projekten wiederverwendet werden. Die Visualisierung der Verfahrensmuster kann hierzu bspw. auf einer Stadtkarte erfolgen, welche angibt, an welchen Orten in einer Stadt die verschiedenen Verfahrensmuster erfolgreich umgesetzt wurden. Dies führt zu einer weiteren Korrelation von Verfahrensmuster und geographischen Punkten, welche zusätzlich in die Bewertung der Verfahrensmuster einfließen. So kann es zum Beispiel sein, dass ein Verfahrensmuster von vielen Bürgern eine sehr gute Bewertung bekam, man es aber nur an einem einzigen Ort in der Stadt einsetzen kann. Somit würde dieses Verfahrensmuster gegenüber anderen Verfahrensmustern, die an mehreren Orten der Stadt eingesetzt werden können, herabgestuft werden. Die Entwicklung einer Mustersprache und darauf basierenden Algorithmen und Formeln zur Berechnung der Einsetzbarkeit, Relevanz, Ähnlichkeit und Wechselbeziehungen von Verfahrensmustern ist Gegenstand unserer zukünftigen Forschung.

## 4 Anwendungsmöglichkeiten in Unternehmen

Der hier am Beispiel einer Bürgerbeteiligung beschriebene Ansatz lässt sich auch auf die soziale Perspektive des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement anwenden.. Innerhalb vieler Organisationen gibt es heute bereits Möglichkeiten für Mitarbeiter, Verbesserungsvorschläge zu firmeninternen Abläufen einzubringen, bspw. im Rahmen von kontinuierlichen Verbesserungsprozessen [9]. Analog zum öffentlichen Sektor kann auch innerhalb von Unternehmen die vorgestellte Strukturierung von Problemstellungen und Lösungsvorschlägen in Form von Verfahrensmustern die Effektivität der Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung erhöhen. So können Mitarbeiter bspw. Vorschläge zur Verringerung des Energieverbrauchs und des CO<sub>2</sub> Ausstoßes ihrer Firma einbringen und innerhalb des Unternehmens weiter diskutieren und verfeinern. Dieses Vorgehen trägt nicht nur zu einer öffentlichen Image-Verbesserung bei, sondern bietet auch monetäre Vorteile, da bspw. nicht benötigte Emissionszertifikate [10] wieder verkauft werden können.

Die identifizierten Verfahrensmuster ermöglichen den Institutionen nicht nur auf gegenwärtige Probleme zu reagieren, sondern bereits pro-aktiv zu handeln. So können Unternehmen bei der Planung von neuen Projekten in der Wissensdatenbank nach möglichen Problemstellungen suchen, welche bei ähnlichen Projekten in der Vergangenheit identifiziert wurden. Die Verfahrensmuster bzw. die enthaltenen Problemlösungen, können dann in die Planung mit einbezogen werden, um die in vergangenen Projekten aufgetretenen Probleme zu vermeiden. Es wäre weiter denkbar, eine organisationsübergreifende Wissensdatenbank aufzubauen, so dass verschiedene Organisationen auf die identifizierten Problemstellungen und Lösungsmuster anderer Organisationen (unter Umständen kostenpflichtig) zugreifen können. Dies würde zum einen Kosten sparen, da gleiche Problemtypen nur einmal gelöst werden müssen und zum anderen würden sich durch die Verfahrensmusteridentifikation standardisierte Lösungsvorgehen herausbilden, d.h. auf dieselben Problemtypen wird auf dieselbe Weise konsequent reagiert. Eine organisationsinterne Datenbank würde zudem strategische Entscheidungen transparenter und nachvollziehbarer machen und somit zu einer höheren Akzeptanz bei den Arbeitnehmern führen.

Es muss jedoch auch klargestellt werden, dass die Einführung und Anwendung des vorgeschlagenen Ansatzes auch Nachteile für Unternehmen mit sich bringen kann. Dazu gehört in erster Line ein erhöhter Verwaltungsaufwand zur Analyse von Problemstellungen und insbesondere durch „falsche“ Problemmeldungen. Dies bedeutet bspw., dass auch Problemstellungen von Arbeitnehmern identifiziert werden, welche aus Sicht der Unternehmensführung nicht relevant oder umsetzbar sind. Diese falschen Problemmeldungen können zum Beispiel durch fehlendes Hintergrundwissen oder Fachkenntnisse zustande kommen. Auch der Missbrauch eines solchen Systems darf nicht unbeachtet bleiben. Es ist bspw. denkbar, dass Arbeitnehmer bewusst Falschmeldungen produzieren, um der Organisation oder anderen Angestellten zu schaden, oder gar Streitigkeiten über das Portal auszutragen.



## 5 Verwandte Arbeiten

Die mobile Applikation und Webseite *CitySourced*<sup>2</sup> erlaubt es in verschiedenen amerikanischen Städten (New York, Los Angeles, San Francisco, uvm.) beobachtete Probleme an das zuständige Rathaus zu melden. Es besteht weiter die Möglichkeit, die Lösungsfortschritte eines Problems zu verfolgen und diese ggf. positiv zu bewerten. Das vorgestellte Konzept erweitert dieses Konzept um die Interaktion zwischen verschiedenen Benutzern zur Ausarbeitung einer Problemlösung, Aggregation ähnlicher Probleme und die Ableitung von Verfahrensmustern zur pro-aktiven Lösung zukünftiger Problemstellungen.

Das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) geförderte und von den Verbraucherzentralen betriebene Portal *Lebensmittelklarheit*<sup>3</sup> veröffentlicht Informationen über unklare Produktbeschreibungen, -kennzeichnung und Werbung. Verbraucher können verdächtige Produkte melden und kategorisieren. Diese werden dann von den Verbraucherzentralen bearbeitet und ggf. veröffentlicht. Die Zusammenarbeit, Kommentierung und Bewertung durch andere Verbraucher, sowie Anreizsysteme zur aktiven Teilnahme der Verbraucher sind nicht vorhanden.

Weiter existieren in der Praxis<sup>4</sup> bereits unterschiedliche Ansätze, welche die Beteiligung von Bürgern an Entscheidungsprozessen forcieren. Diese dienen jedoch hauptsächlich zur Erfassung und Kategorisierung von Problemstellungen, nicht der komplexen Korrelation oder Ableitung von Verfahrensmustern. Auch innerhalb der Forschung [11] sind bereits erste Ansätze entstanden, Meinungen von Bürgern in behördliche Richtlinien zu integrieren. Der Fokus liegt hierbei jedoch auf der Formulierung von qualitativ hochwertigen Richtlinien.

## 6 Ausblick und weitere Forschungsarbeiten

Der Einsatz des beschriebenen Ansatzes zur Identifikation ökologisch nachhaltiger Verbesserungspotentiale unter Bürgerbeteiligung dient der Generierung einer umfassenden Wissensbasis zur Identifikation und Dokumentation von Verbesserungspotentialen hinsichtlich unterschiedlicher Problemstellungen. Die Analyse dieser Informationen hinsichtlich der vorhandenen Abhängigkeiten ermöglicht dabei insbesondere die Identifikation von allgemeinen Verfahrensmustern. Darüber hinaus bietet sie die Möglichkeit, prädiktive Erkenntnisse bezüglich spezifisch auftretender Problemstellungen zu gewinnen und dadurch Rückschlüsse auf bestimmte Ereignisse zu ziehen. Ein Beispiel hierzu stellt der folgende Sachverhalt dar: Messungen haben ergeben, dass im Monat Mai der Stromverbrauch eines Unternehmens stark angestiegen ist. Es stellt sich damit bspw. die Frage, in welchem Bereich des Unternehmens es in diesem Zeitraum welche Ereignisse gegeben hat? Die verfügbaren Informationen müssen unter Berücksichtigung vielseitiger Fragestellungen korreliert werden: Welche Problemstellungen wurden von den Arbeitnehmern des Unternehmens registriert? Welche Vorhaben hat die Unternehmensleitung innerhalb dieses Zeitraums durchgeführt? Welche Auswirkungen haben externe Faktoren wie eine veränderte Ressourcenbereitstellung?

---

<sup>2</sup> City Sourced: Mobilizing Civic Engagement, [www.citysourced.com](http://www.citysourced.com).

<sup>3</sup> Lebensmittelklarheit, [www.lebensmittelklarheit.de](http://www.lebensmittelklarheit.de).

<sup>4</sup> Bürgerhaushalt Stuttgart, [www.buergerhaushalt-stuttgart.de/](http://www.buergerhaushalt-stuttgart.de/) und Direkt zur Kanzlerin! [www.direktzu.de/Kanzlerin](http://www.direktzu.de/Kanzlerin).

Für die Identifikation allgemeiner Verfahrensmuster wollen wir als nächsten Schritt geeignete Algorithmen zur Korrelation von Problemstellungen definieren und implementieren.

**Danksagung:** Diese Arbeit wurde teilweise durch das BMWi-Projekt Migrate! (01ME11055) und das BMWi-Projekt CloudCycle (01MD11023) gefördert.

## 7 Literatur

- [1] Alexander, C. (1979): The Timeless Way of Building. Oxford University Press.
- [2] Object Management Group (OMG) (2011): Business Process Model and Notation (BPMN). OMG Available Specification, Version 2.0.
- [3] Mihalcea, R.; Corley, C.; Strapparava, C. (2006): Corpus-based and knowledge-based measures of text semantic similarity. In: Proc. of the National Conf. on Artificial Intelligence. Boston, MA, 775-780.
- [4] Begelman, G.; Keller, P.; Smadja, F. (2006): Automated Tag Clustering: Improving search and exploration in the tag space. In: In Proc. of the Collaborative Web Tagging Workshop at WWW'06.
- [5] Xu, W.; Liu, X.; Gong, Y. (2003): Document clustering based on non-negative matrix factorization. In: Proc. of the 26th annual intl. Conf. on Research and development in information retrieval (SIGIR '03). New York, NY, USA, 267-273.
- [6] Larsen, B.; Aone, C. (1999): Fast and effective text mining using linear-time document clustering. In Proc. of the 5th intl. Conf. on Knowledge discovery and data mining (KDD '99). New York, NY, USA, 16-22.
- [7] Abello, J.; Van Ham, F.; Krishnan, N. (2006): ASK-GraphView: A Large Scale Graph Visualization System. In: IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 12(5): 669-676.
- [8] Riehle, D., Züllighoven, H. (1996): Understanding and Using Patterns in Software Development. In: Theory and Practice of Object Systems, 2(1): 3-13.
- [9] Kostka, S.; Kostka, C. (2008): Der Kontinuierliche Verbesserungsprozess: Methoden des KVP. 4. Auflage. Hanser Verlag, München.
- [10] Convery, F. J. (2009): Origins and Development of the EU ETS. In: Environment and Resource Economics, Vol. 43, 391-412.
- [11] Lee, H.; Sajjad, F.; Al-Yafi, K.; Irani, Z. (2011): A workflow model to support location based participation to policy making processes. In: Proc. of the 19th European Conf. on Information Systems, ICT and Sustainable Service Development. AISel.

# CO2-TEC Transport Emission Calculator

## **Wolfram Groschopf**

Institut für Transportwirtschaft und Logistik, WU Wien, A-1090 Wien,  
E-Mail: wolfram.groschopf@wu.ac.at

## **Elmar Fürst**

Institut für Transportwirtschaft und Logistik, WU Wien, A-1090 Wien,  
E-Mail: elmar.fuerst@wu.ac.at

## **Sebastian Kummer**

Institut für Transportwirtschaft und Logistik, WU Wien, A-1090 Wien,  
E-Mail: sebastian.kummer@wu.ac.at

## **Jürgen Schrampf**

ECONSULT Betriebsberatungsges.m.b.H, A-1230 Wien, E-Mail: j.schrampf@econsult.at

## **Abstract**

www.co2-tec.com ist ein Online-Service zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Straßengütertransporten unter Berücksichtigung von Teilladungen, gemischt beladenen Ladungsträgern und Touren auf Basis in der Praxis verfügbarer Informationen. Die Modellierung mehrstufiger Transportketten in CO<sub>2</sub>-TEC ermöglicht eine Abbildung unterschiedlicher Produktionsformen des Transports und bildet einen Beitrag zur Realisierung des Product Carbon Footprints aus logistischer Sicht.

## **1 Ausgangslage und Problemstellung**

Die Globale Erwärmung und ihre Auswirkungen stellen existenzielle Probleme für die gesamte Menschheit dar. Auslöser der überproportionalen Erderwärmung ist der Mensch durch die Destabilisierung des globalen CO<sub>2</sub>-Haushalts.[1] [3] Vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger in Industrie und Verkehr und die daraus entstehenden Mengen an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und die vor allem aus Landwirtschaft und Viehzucht resultierenden Mengen an Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) sind Treiber der Erderwärmung.[3] [4]

Der Verkehrssektor trägt knapp 20% zum gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoß der EU 27 bei. Größter Verursacher von CO<sub>2</sub> innerhalb des Verkehrssektors ist der Straßenverkehr mit 71%. Im Gegensatz zu allen anderen Sektoren sind die verkehrsinduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen der EU

27 seit dem Referenzjahr 1990 um fast 30% gestiegen.[2] [10] In Österreich sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßengüterverkehrs von 1990 bis 2006 sogar um 208,7% gestiegen.[13]

Während es in der Industrie und anderen Sektoren verstärkte Anstrengungen und bereits Mechanismen auf EU-Ebene gibt, dem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen mit geeigneten Lösungen zu begegnen, existiert im Verkehrsbereich mit Ausnahme der geplanten Integration des Luftverkehrs in das EU Emissionshandelssystem (EU ETS) ab 2012 [9] weder eine einheitliche Erhebungsmethode noch ein verbindlicher Kompensationsmechanismus für CO<sub>2</sub>-Emissionen des Transports. Zur umfassenden Darstellung eines produkt- oder Supply Chain-bezogenen Carbon Footprints ist es jedoch notwendig, die transportinduzierten Emissionen transparent und sendungsbezogen auszuweisen.[1] [5]

## 2 Projekt CO<sub>2</sub>-TEC

Ausgangspunkt der Betrachtung sind Business Cases bei Unternehmen der Logistik-Branche, um unterschiedliche Produktionsformen des Straßengütertransports realitätsnah modellieren zu können. Die Definition der Eingabeparameter orientiert sich an Daten, die im Normalfall in Unternehmen verfügbar sind. CO<sub>2</sub>-TEC Transport Emission Calculator ist ein Online-Service zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von differenzierten, unternehmensspezifischen Transportketten. Dabei steht insbesondere das Herunterbrechen von Gesamtemissionen eines Transportes auf eine bestimmte Anzahl von Sendungseinheiten beziehungsweise unterschiedlichen logistischen Ladungsträgern im Vordergrund der Entwicklung.

Der CO<sub>2</sub>-TEC Transport Emission Calculator ermöglicht dem Anwender:

- Mehrgliedrige Transportketten hinsichtlich derzeitiger CO<sub>2</sub>-Emissionen zu modellieren und analysieren (Ganzladungen, Teilladungen, gemischt beladene Ladungsträger, Touren)
- Alternative Organisationsformen des Transports hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Reduktion zu evaluieren
- Potenziale und erzielte Erfolge in der CO<sub>2</sub>-Reduktion zu berechnen und darzustellen

CO<sub>2</sub>-TEC ist das Ergebnis eines kooperativen Forschungsprojektes aus dem FFG-Projektprogramm protecNET in COIN der beteiligten Firmen:

- OekB Business Services GmbH
- ZTL Logistik Schulungs- und Beratungs GmbH
- ECONSULT Betriebsberatungsges.m.b.H.

## 3 Systemüberblick CO<sub>2</sub>-TEC

Basierend auf standardisierten Kalkulationsparametern wird das Berechnungsmodell um unternehmensspezifische Parameter durch Benutzereingaben ergänzt und liefert mit Hilfe von GIS-Daten eine exakte „Door-to-Door“ Kalkulation von Transportketten mit dem jeweiligen CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Pro Transportfall werden bis zu 10 Teilstrecken mit unterschiedlichen Parametern abgebildet und für jede Teilstrecke detaillierte Emissionsberechnungen durchgeführt. Darüber hinaus können Benutzer Referenzfälle speichern und bearbeiten, Emissionsbilanzen verwalten und Emissionsszenarien ableiten (vgl. Bild 1).

Das Modell berücksichtigt differenzierte Faktoren je Transportabschnitt:

- Transporteinheit
- Fahrzeugtyp in Vorlauf, Hauptlauf und Nachlauf
- Differenzierung der Transportmittel (z.B. LKW-Typ, EURO-Norm, Kapazität)
- Leistungsdaten je Transportabschnitt  
(Kapazitätsauslastung, Leerfahrtsanteile, Tourenorganisation)
- Spezifische Emissionswerte (Kraftstoffverbrauch, CO<sub>2</sub>-Emissionswerte)

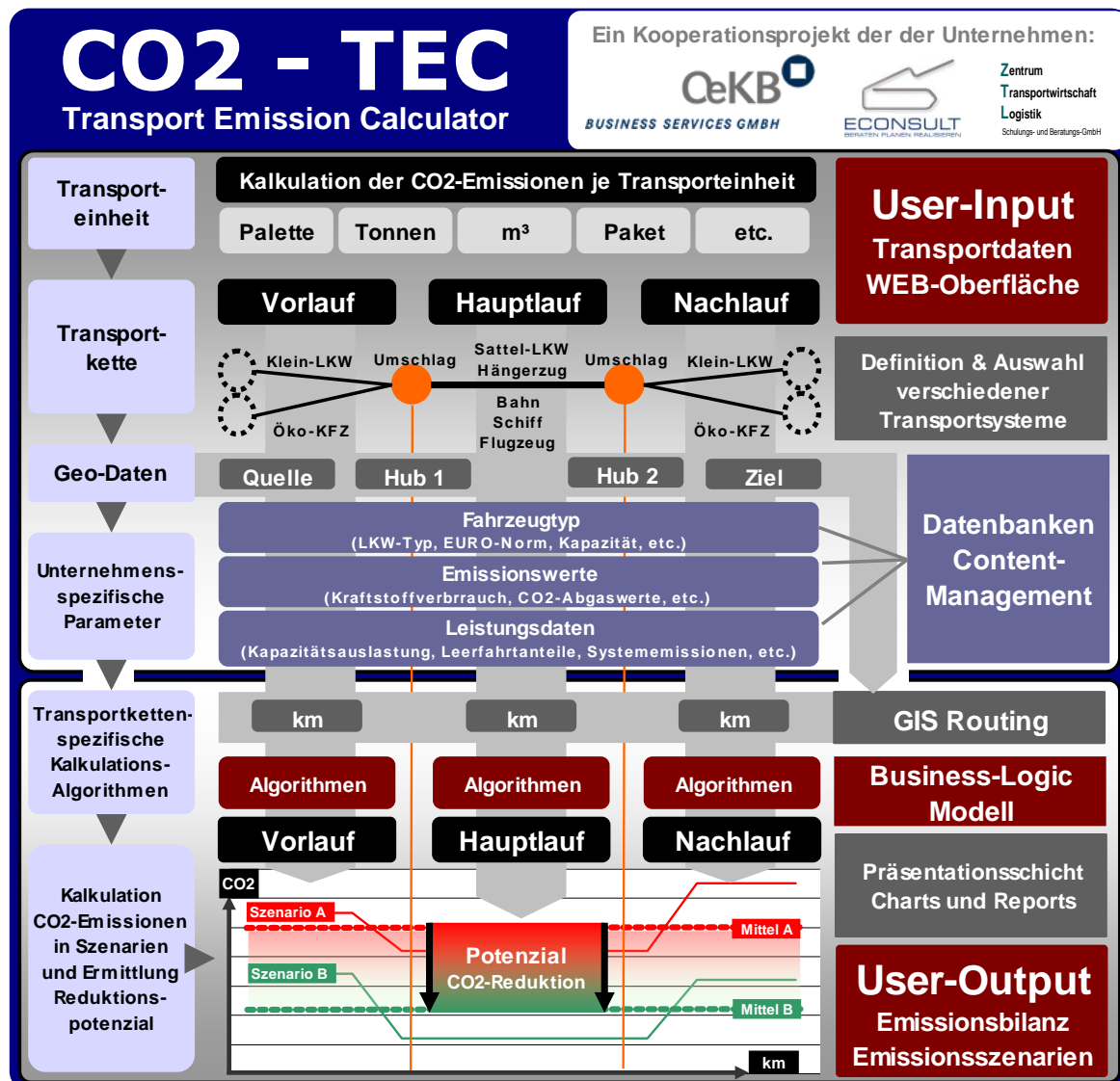


Bild 1: Systemüberblick CO<sub>2</sub>-TEC [6]

## 4 Berechnung von Distanzen und Emissionsfaktoren

Basis der Distanzberechnung und Visualisierung sind Komponenten des Geoinformationssystems PTV XServer. Zur Kalkulation der entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen kommen die Daten des Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 2.1) zum Einsatz.

Das Handbuch Emissionsfaktoren liefert unterschiedliche Emissionswerte je nach Fahrzeugtyp, Straßenkategorie (Autobahn, Landstraße und Stadtgebiet) und gewichts-bezogenem Auslastungsgrad des Fahrzeugs.[11] Um einen Vergleich mit anderen Verkehrsträgern zu ermöglichen, bietet CO2-TEC die Möglichkeit einzelne Teilstrecken durch die direkte Eingabe von Emissionen anderer Verkehrsträger zu modellieren. Um eine Vergleichbarkeit mit anderen Verkehrsträgern herzustellen, werden auch die dem tatsächlichen Energieverbrauch vorgelagerten Prozesse hinsichtlich Ihrer Emissionswirkung mittels GEMIS (Gesamtemissionen Integrierter Systeme) durch das österreichische Umwelt-bundesamt berücksichtigt.[14]

## 5 Typisierung von Fahrzeugen und Transporteinheiten

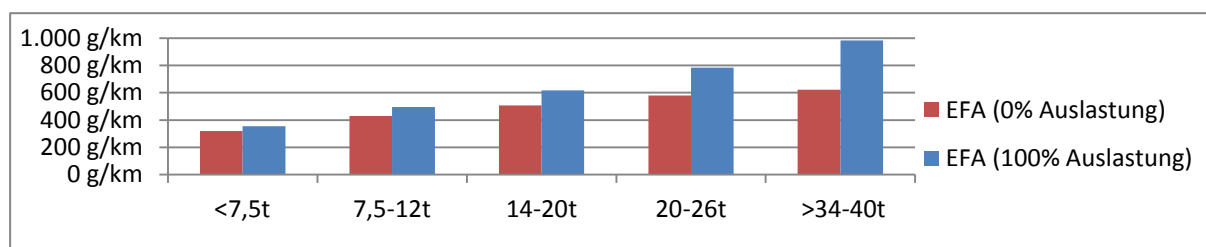
CO2-TEC errechnet in der vorliegenden Version die CO2-Emissionen von Straßengütertransporten. Der Emissionsausstoß ist zum größten Teil fahrzeugabhängig, wodurch die Kategorisierung und Standardisierung von LKW-Typen erforderlich wird. Insbesondere wird nach dem Gewicht und der Euro-Klasse des Fahrzeugs differenziert. Für einzelne Fahrzeugtypen werden nach Betrachtung unterschiedlicher Business Cases für Ganz- und Teilladungen, Touren und Kurier- Paket- und Expressdienste relevante Transporteinheiten definiert. Die relevanten Fahrzeugtypen sind mit den jeweiligen Maximalkapazitäten hinterlegt, wobei insgesamt 12 unterschiedliche Typen klassifiziert wurden. Das Modell umfasst vom kleinen Zustellfahrzeug mit einem höchst zulässigen Gesamtgewicht von 3,5 t auch sämtliche Klassen von leichten und schweren Nutzfahrzeugen (LNF, SNF). Bei den schweren Nutzfahrzeugen mit einem höchst zulässigen Gesamtgewicht von 40 t wird im Modell nochmals hinsichtlich unterschiedlicher Aufbaumöglichkeiten der Ladeeinrichtungen differenziert, da hier enorme Unterschiede bezüglich der jeweiligen Maximalkapazitäten bestehen. Beispielsweise kann beim Ladevolumen eine Bandbreite von ca. 80 m<sup>3</sup> bis ca. 115 m<sup>3</sup> bestehen und die Anzahl der Palettenstellplätze kann durch einen entsprechenden Umbzw. Aufbau von üblicherweise 32 Plätzen auf 64 Plätze verdoppelt werden. Auch die Sonderregelung von 44 t höchst zulässigem Gesamtgewicht bei Transporten im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs ist im System entsprechend abgebildet. Für alle Fahrzeugtypen sind somit die aus logistischer Sicht relevanten Maximalkapazitäten hinterlegt:

- Nutzlast
- Ladevolumen
- Lademeter
- Palettenstellplätze
- Rollcontainerstellplätze

## 6 Berücksichtigung von Auslastung und Leerfahrten

Die **Fahrzeugauslastung** stellt für die Kalkulation einen wesentlichen Parameter dar, da eine höhere Auslastung im Sinne von höherer Tonnage, auch einen höheren relativen CO2-Ausstoß verursacht (vgl. Bild 2). Dem gegenüber steht jedoch die „logistische Sichtweise“ des Begriffes Auslastung, der sich nicht notwendigerweise auf das Ladungsgewicht

beschränkt, sondern sehr branchenspezifisch beziehungsweise bezogen auf die Anzahl transportierter Ladeeinheiten betrachtet wird.



**Bild 2: Emissionsfaktor in Abhängigkeit zur Auslastung [11]**

So hat beispielsweise ein LKW 32 Palettenstellplätze (maximale Kapazität) und ist für eine Zuladung von 24t zugelassen. Werden nun 32 Paletten mit einem Gesamtgewicht von 12t geladen, so beträgt die Auslastung aus logistischer Sicht 100%, die relevante Auslastung zur Emissionskalkulation bezogen auf das Gewicht jedoch 50%. Diesem Umstand entsprechend kann jeder Nutzer hinsichtlich „seiner logistischen Ladeinheit“ (z.B. Rollcontainer, t) kalkulieren und daraus mit Hilfe von Volumen-Gewichts-Umrechnungsschlüsseln das emissionsrelevante Gewicht ermitteln.

Der **Leerfahrtenanteil** (LFA) beschreibt, wie viele Kilometer ohne Ladung gefahren werden müssen um einen Transport durchführen zu können. Je höher der Leerfahrtenanteil ist, desto größer werden auch die einem Transport (bzw. einer Sendung) zuzurechnenden Emissionswerte aus der Leerfahrt. Die Zuordnung von Leerfahrtanteilen in einem Kalkulationsmodell ist stark von der jeweiligen Transporttypologie abhängig. Eine konstante Berechnung beispielsweise in Form eines fixen Zuschlagssatzes erscheint kaum sinnvoll. Untersuchte Beispiele belegen diese Abhängigkeit und zeigen somit auch die Auswirkungen auf die Zuordnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen (vgl. Tabelle 1).

Paarige Direktverkehre	Gegen 0%
Fernverkehr Komplettladungen	5% - 20%
Stückgutverkehr, Teilladungsverkehr	25% - 50%
Spezialtransport	100% +

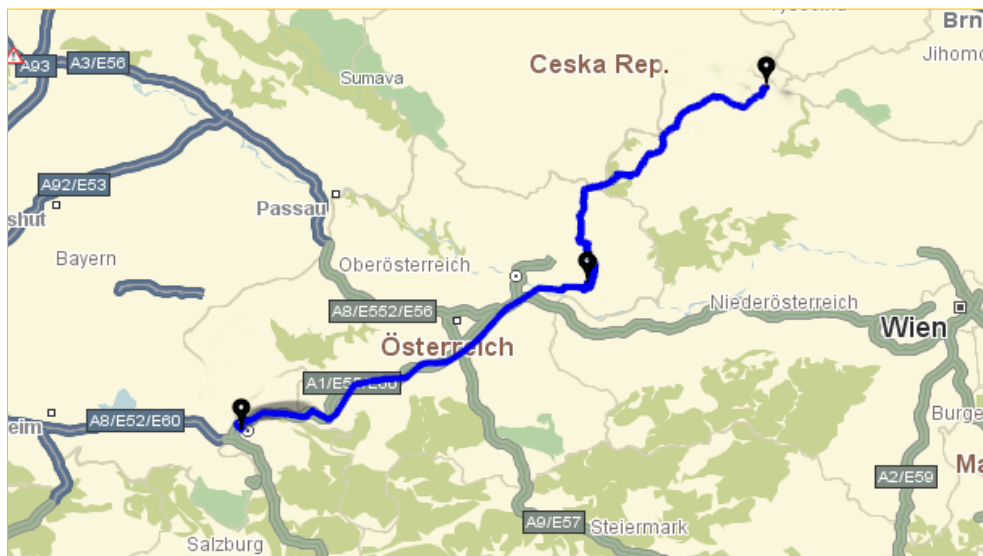
**Tabelle 1: Leerfahrtenanteile unterschiedlicher Transporttypen [7]**

Eine Kalkulation des Leerfahrtanteils durch fixe Abhängigkeiten (z.B. von der Distanz) erscheint für dieses Modell somit nicht praktikabel. Leerfahrtenanteile (Benutzereingabe) werden unter Annahme der gleichen Zusammensetzung der Straßenkategorien wie bei der beobachteten Strecke (Autobahn, innerorts, außerorts) auf Basis der Emissionen eines nicht beladenen Fahrzeugs gleichen Typs der beobachteten Teilstrecke zugerechnet. Daher ist sowohl die Direkteingabe variabler Parameter durch den Nutzer bei Direktverkehren, als auch die Entwicklung einer GIS-unabhängigen Tourenkalkulation realisiert.

## 7 Emissionsberechnung von Teilladungen und mischbeladenen Ladungsträgern in mehrgliedrigen Transportketten

Zur Kalkulation der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Teilladungen ist zunächst die Unterscheidung zwischen der für Benutzer relevanten Transporteinheit und der aus logistischer Sicht relevanten Ladeeinheit sinnvoll: Transporteinheit bezeichnet eine Verpackungseinheit (z.B. eine Steige) des zu berechnenden Transportgutes (z.B. Milch). Ladeeinheit bezeichnet einen Ladungsträger (z.B. Palette) der die Transporteinheiten aufnimmt. Werden Transporteinheiten ohne Einsatz von Ladungsträgern direkt in ein Verkehrsmittel geladen, muss bei Ladeeinheit „Lademeter“ oder „Kubikmeter“ ausgewählt werden. Zur exakten Emissionsberechnung ist die Angabe von Quelle, Senke, Hub bzw. Depot und Route des Transports notwendig - ebenso eine exakte Angabe des Sendungsgewichts. Im Folgenden wird die Funktionsweise von CO<sub>2</sub>-TEC anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels unter Berücksichtigung einer sortenrein beladenen Teilladung in Abschnitt 1 und mischbeladenen Ladungsträgern in Abschnitt 2 dargestellt:

200 Steigen Haltbarmilch zu je 25 kg werden vom Produzenten in Waidhofen an der Thaya mit einem mittleren LKW (18 t, EURO 5, 18 Palettenstellplätze) zu einem Zwischenlager in Mauthausen transportiert. Auf eine Palette werden 20 Steigen Haltbarmilch geladen. Zusätzlich werden für einen anderen Kunden weitere 70 Steigen Haltbarmilch (3,5 Paletten) transportiert, die nicht betrachtet werden. Bei dieser Teilstrecke (Abschnitt 1) fallen keine Leerfahrten an. Die betrachtete Ladung wird in Mauthausen umgeschlagen, wobei jede Palette zusätzlich mit 10 Steigen Kakaopulver á 35 kg beladen wird. Vom Zwischenlager erfolgt der Transport zum Kunden nach Salzburg mit einem mittleren LKW (26 t, EURO 5, 20 Palettenstellplätze). Der LKW fährt vom Kunden leer zum Depot, wodurch sich für diese Teilstrecke ein Leerfahrtenanteil von 15 % ergibt (Abschnitt 2).



**Bild 3:** Route Haltbarmilch [8]

Abschnitt 1 stellt die Modellierung einer Teilladung in Form von sortenrein beladenen Ladungsträgern dar (vgl. Bild 4). Dazu erfolgt nach Auswahl des Fahrzeugtyps zunächst die Benutzereingabe einer spezifischen Ladeeinheit, des Gewichts dieser Ladeeinheit sowie



die Angabe, wie viele individuelle Ladeeinheiten (Steigen Haltbarmilch) auf einen genormten Ladungsträger (Palette) geladen werden. Dazu ist die Angabe der Gesamtauslastung auf Basis der genutzten im Verhältnis zur verfügbaren Ladungsträgerkapazität notwendig. Dies ermöglicht die Berechnung des Anteils der beobachteten Ladung von 200 Steigen Haltbarmilch an den Gesamtemissionen des Transportes. Die Berechnung unterliegt der Annahme, dass auch die verbleibende Ladung (genutzte Kapazität abzüglich beobachteter Ladung) die gleiche Volumen-Gewicht Beziehung hat.

Abschnitt 2 zeigt die Modellierung mischbeladener Ladungsträger (Bild 5). Das Transportgut wird automatisch vom System übernommen, das zum Einsatz kommende Fahrzeug ist für jede Teilstrecke neu zu definieren. Zur Modellierung der Mischbeladung sind vom Benutzer zusätzliche Informationen hinzuzufügen:

- Wie hoch (in %) ist der volumensbezogene Anteil der jeweils auf einen Ladungsträger geladenen beobachteten Ladung an einem Ladungsträger?
- Wie hoch ist das Gewicht der verbleibenden Ladung auf dem betrachteten Ladungsträger?

**Transportfall** ?

Beginnen Sie Ihre Berechnung mit der Definition des Transportguts. Anschließend können Sie einen oder mehrere Transportabschnitte hinzufügen. Sie benötigen zumindest einen Transportabschnitt um Ihren Transportfall berechnen zu lassen.

**Bezeichnung**

**Transportgut**

**Anzahl Transportgüter**  **Gewicht des Transportguts**  kg

Abschnitt	
<input checked="" type="radio"/> Abschnitt 1	<input type="checkbox"/> Dieser Abschnitt ist eine Tour <input type="button" value="x"/>
<input type="radio"/> Abschnitt 2	

Startadresse

Zieladresse

---

Fahrzeug

Euro Norm

---

Ladeinheit

Transportgüter je Ladeinheit

Gesamtauslastungsgrad  %

Leerfahrtanteil  %

☐ Ladeinheit wird gemischt beladen

**Bild 4: Definition Transportgut und Eingabe Abschnitt 1 [8]**

Auf Basis dieser Angaben kann nun erschlossen werden, wie sich die Beladung eines durchschnittlichen Ladungsträgers auf dieser Teilstrecke zusammensetzt. Dies erlaubt auch die Berechnung des Gesamtgewichts bzw. des Anteils des jeweils auf einem Ladungsträger beförderten Teils der beobachteten Ladung auf Basis des Gewichts. Die folgende Bild 5 zeigt die erforderlichen Benutzereingaben anhand des Beispiels.

Für die fahrzeugspezifische Emissionskalkulation ist das Gewicht der Zuladung in Form des gewichtsspezifischen Auslastungsgrades des gewählten Fahrzeuges zu berücksichtigen. Dies geschieht durch Interpolation der Emissionsfaktoren gemäß HBEFA. Daraus ergibt sich der gewichtsabhängige Emissionsanteil, der auf die Ladung entfällt.

**Transportfall** ?

Beginnen Sie Ihre Berechnung mit der Definition des Transportguts. Anschließend können Sie einen oder mehrere Transportabschnitte hinzufügen. Sie benötigen zumindest einen Transportabschnitt um Ihren Transportfall berechnen zu lassen.

**Bezeichnung**

**Transportgut**

**Anzahl Transportgüter**  **Gewicht des Transportguts**  kg

[+ Abschnitt hinzufügen](#) [- Abschnitt löschen](#)

Abschnitt	
<input checked="" type="checkbox"/> Abschnitt 1	<input type="checkbox"/> Dieser Abschnitt ist eine Tour <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Abschnitt 2	<p>Startadresse <input type="text" value="Mauthausen, AT-431*"/> <input type="button" value="🔍"/></p> <p>Zieladresse <input type="text" value="Salzburg, Müller Hauptstraße, AT-5020"/> <input type="button" value="🔍"/></p> <hr/> <p>Fahrzeug <input type="text" value="mittlerer LKW bis max. 26t"/> <input type="button" value="v"/></p> <p>Euro Norm <input type="text" value="EURO5"/> <input type="button" value="v"/></p> <hr/> <p>Ladeinheit <input type="text" value="Paletten"/> <input type="button" value="v"/></p> <p>Transportgüter je Ladeinheit <input type="text" value="20"/> <input type="button" value="v"/></p> <p>Gesamtauslastungsgrad <input type="text" value="50.00"/> % <input type="button" value="v"/></p> <p>Leerfahrtanteil <input type="text" value="15.00"/> % <input type="button" value="v"/></p> <hr/> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ladeinheit wird gemischt beladen <input type="button" value="v"/></p> <p>Volumensanteil <input type="text" value="60.00"/> % <input type="button" value="v"/></p> <p>Gewicht der restl. Ladung <input type="text" value="350.00"/> kg <input type="button" value="v"/></p>

[Karte anzeigen](#) [PDF Report](#) [Zum Ergebnis](#) [Transportfall speichern](#)

**Bild 5: Eingabemaske Abschnitt 2 [8]**

Um auszurechnen, zu welchem Anteil die Emissionen eines durchschnittlichen Ladungsträgers der jeweils auf diesem Ladungsträger beförderten Teilmenge der Haltbarmilch zuzurechnen sind, wird dabei der jeweils höhere Anteilsfaktor gemäß dem Volumen-Gewichts-Umrechnungsschlüssel verwendet. Die Gesamtemissionen der Haltbarmilch bei Mischbeladung ergeben sich aus dem Emissionsanteil der beobachteten Ladung an den zurechenbaren Emissionen eines durchschnittlichen Ladungsträgers und der Anzahl der zur Beförderung der beobachteten Sendung erforderlichen Ladungsträger. Der Output für den Benutzer wird unterschiedlicher Form dargestellt (vgl. Bild 6).

Abschnitt	Startadresse	Zieladresse	CO2/km	CO2 Gesamt	Kilometer gesamt	
<input checked="" type="checkbox"/> Abschnitt 1	Waidhofen an der Thaya, Bahnhofstr...	Mauthausen, AT-431*	617.03 g	75.76 kg	122.79 km	<input type="button" value="🗺️"/> <input type="button" value="✖"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Abschnitt 2	Mauthausen, AT-431*	Salzburg, Müller Hauptstraße, AT-50...	507.06 g	74.78 kg	147.49 km	<input type="button" value="🗺️"/> <input type="button" value="✖"/>
<b>CO2 gesamt</b>			<b>562.05 g</b>	<b>150.55 kg</b>		

[Karte anzeigen](#) [PDF Report](#) [Neu berechnen](#) [Transportfall speichern](#)

**Bild 6: CO2-Emissionen pro km und Gesamt [8]**

Der Benutzer hat abschließend die Möglichkeit, einzelne Teilstrecken zu löschen oder neu zu konfigurieren, beispielsweise falls gleiche Mengen Haltbarmilch mit unterschiedlichen Fahrzeugen oder in gleicher Konfiguration auf anderen Teilstrecken transportiert werden. Darüber hinaus kann der Benutzer den Transportfall für die weitere Verwendung speichern und einen Report mit allen Eckdaten und Ergebnissen auszudrucken (vgl. Bild 6).

## 8 Entwicklungspotentiale

Entwicklungspotentiale für CO<sub>2</sub>-TEC bestehen auf mehreren Ebenen:

Eine Aktualisierung der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs auf die aktuelle Version HBEFA 3.1 würde zur akkurateren Abbildung der Emissionen beitragen, da neue Modellansätze (z.B. für Kaltstart und Verdampfungsemissionen) in das Modell eingeflossen sind, Fahrzeuge der Abgasnorm EURO 6 Berücksichtigung finden und Verkehrssituationen neu definiert wurden.[12] Die Ausweitung der Adresssuche auf ein größeres Gebiet könnte das Einsatzgebiet für CO<sub>2</sub>-TEC geografisch erweitern. Weiters könnte die Definition zusätzlicher Emissionskategorien noch stärker die Kundenanforderungen hinsichtlich des Fuhrparks und individueller Ladeeinheiten fokussieren.

Auf konzeptioneller Ebene stellt die Möglichkeit der durchgängigen Emissionskalkulation von intermodalen Transportketten für die umfassende Berechnung von globalen Transporten eine Herausforderung dar. Dies erfordert eine korrekte Umlegung von Emissionen auf Transportobjekte insbesondere bei Eisenbahn-, Luft- und Schiffsverkehren. Im Detail ergeben sich dabei zusätzliche Herausforderungen durch die Diversität der verwendeten Ladungsträger bei einer verkehrsträgerübergreifenden Betrachtung. Dies lässt sich insbesondere am Beispiel der Luftfahrt demonstrieren, wo komplett eigenständige Containertypen zum Einsatz kommen, strenge Gewichtsbeschränkungen herrschen und sehr unterschiedliche Produktionsformen existieren. So wird beispielsweise ein Großteil des Luftfrachtaufkommens im Transatlantikverkehr nicht mit Frachtmaschinen, sondern als Belly-Fracht im Rumpf von Passagiermaschinen befördert. Darüber hinaus bestehen Entwicklungspotentiale auf konzeptioneller Ebene bezüglich der Entwicklung von Algorithmen zur Integration von Umschlags- und Lagerprozessen im Bereich standardisierter Ladeeinheiten.

Technische Entwicklungspotentiale bestehen neben Performancesteigerungen vor allem in der Definition einer Schnittstelle zur Massendatenverarbeitung, über die große Mengen an Transportfällen automatisiert und effizient bearbeitet werden können. Eine hohe Anzahl an bearbeiteten Transportfällen kann dabei zur Schaffung von unternehmens- und branchenspezifischen Benchmarks im Bereich der Emissionskalkulation beitragen und einen Beitrag zur Schaffung eines einheitlichen Standards zur CO<sub>2</sub>-Kalkulation in der Logistik leisten.

## 9 Literatur

- [1] Bretzke, WR; Barkawi, K (2010): Nachhaltige Logistik. Springer, Berlin, Heidelberg
- [2] European Commission (2010): EU energy and transport in figures. Luxembourg
- [3] Kromp-Kolb, H; Formayer, H (2005): Schwarzbuch Klimawandel. ecowin Verlag, Salzburg
- [4] Rahmstorf, S; Schellnhuber, HJ (2007): Der Klimawandel. 6. Auflage. C.H. Beck Verlag, München
- [5] Piecyk, M (2010): Carbon Auditing of companies, supply chains and products. In: McKinnon, A; Cullinane, S; Browne, M; Whiteing, A (Hrsg), Green Logistics. Kogan Page, London, Philadelphia, New Delhi
- [6] Lintner, D; Wachmann, H (2009): CO2-Tec Transport Emission Calculator Pflichtenheft
- [7] Eigene Erhebung im Rahmen der Fallstudien zu CO2-Tec (2009)
- [8] CO2-TEC: <https://www.co2-tec.com> Abgerufen am 08.09.2011
- [9] European Commission (2011): Reducing emissions from the aviation sector: [http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm) Abgerufen am 09.09.2011
- [10] European Environment Agency (2008): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Kopenhagen:  
[http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2008\\_5/ghg\\_trends\\_2008.pdf](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_5/ghg_trends_2008.pdf)  
Abgerufen am 1.1.2009
- [11] Infras (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 2.1): elektronische Ressource
- [12] Infras (2011): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 3.1): <http://www.infras.ch/d/projekte/displayprojectitem.php?id=624> Abgerufen am 07.09.2011
- [13] Umweltbundesamt (2008b): Klimaschutzbericht 2008. Wien. S. 53f:  
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0150.pdf> Abgerufen am 13.12.2008
- [14] Umweltbundesamt (2011): Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS): <http://www.umweltbundesamt.at/ueberuns/produkte/gemis/> Abgerufen am 07.07.2011

# Ein Modell für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation

**Tobias Bruckmann, Andreas Drechsler, Heimo H. Adelsberger**

Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik, 45141 Essen,  
E-Mail: {tobias.bruckmann | andreas.drechsler | heimo.adelsberger}@icb.uni-due.de

## Abstract

In der Betriebswirtschaft ist verantwortungsvolles Handeln, repräsentiert durch Konzepte wie Corporate Social Responsibility (CSR), Corporate Citizenship (CC) oder Nachhaltigkeit/Sustainability, eine in Forschung und Praxis breit diskutierte Thematik. Eine umfassende Übertragung der Problematik auf das IT-Management hat jenseits von isolierten Einzelthemen wie „Green IT“ etc. jedoch noch nicht stattgefunden. In diesem Beitrag wird deshalb ein Modell vorgestellt, welches auf der einen Seite einen ganzheitlichen Rahmen für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation eröffnet, und auf der anderen Seite Stellschrauben für die aktive, verantwortungsvolle Beeinflussung des Wettbewerbsumfelds aufzeigt. Konkretisiert wird das aufgezeigte Modell anhand verschiedener Maßnahmenfelder zur Umsetzung verantwortungsvollen Handelns.

## 1 Einleitung

Buhl und Jetter stellen im Rahmen ihrer Diskussion der „Verantwortung der Wirtschaftsinformatik für unseren Planeten“ heraus, dass es auch und gerade an der IT ist, durch möglichst effizienten Ressourceneinsatz und möglichst effiziente Geschäftsprozessmitgestaltung einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Planeten zu liefern [5]. Aus einer umsetzungsorientierten Sicht sind es jedoch letztlich die Entscheider in der Unternehmenspraxis, die diese Verantwortung durch entsprechende Entscheidungen und Handlungen wahrnehmen müssen. Der IT-Organisation wird somit als für die IT im Unternehmen verantwortliche Organisationseinheit die Aufgabe zuteil, ein verantwortungsvolles Handeln (mit) zu planen, zu gestalten und zu realisieren. Mit dem Begriff des „verantwortungsvollen Handelns“ möchten wir an dieser Stelle neben einer reinen Nachhaltigkeitsorientierung außerdem Konzepte wie Corporate Social Responsibility (CSR) [18] oder Corporate Citizenship (CC) [30] mit einschließen, um ein an dieser Stelle in der Diskussion vorhandenes „Definitions-dilemma“ ([8], S. 16) aufzulösen. Speziell für IT-Organisationen ergibt sich hier jedoch die Problematik, dass Konzepte verantwortungsvollen Handelns zwar eine in der Betriebswirtschaft breit diskutierte Thematik darstellen, eine umfassende Übertragung für die IT-Organisation jedoch noch nicht stattgefunden hat.

Exemplarisch skizzieren Buhl und Laartz [4] sowie Loos et al. [19] Ansätze für einen solchen Transfer für das Einzelthema Green IT.

Als Beitrag zur Lösung dieser Problematik wird in diesem Beitrag ein ganzheitliches Prozessmodell vorgestellt, das dem verantwortungsvollen Handeln der IT-Organisation einen Rahmen gibt. Als Grundlage zur Konstruktion dieses Modells werden im zweiten Kapitel zunächst die Rahmenbedingungen verantwortungsvollen Handelns diskutiert und auf die IT-Organisation übertragen. Anschließend wird dort das Modell selbst vorgestellt. Im dritten Kapitel wird anschließend anhand möglicher Maßnahmenfelder veranschaulicht, wie verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation konkret umgesetzt werden kann. Kapitel vier fasst als Fazit diesen Beitrag kurz zusammen und gibt einen Ausblick auf weitere Forschungsfragen.

## **2 Bausteine verantwortungsvollen Handelns in der IT-Organisation**

### **2.1 Rahmenbedingungen verantwortungsvollen Handelns**

Die Prämisse des hier vorgestellten Modells ist die direkte Verbindung des verantwortungsvollen Handelns mit unternehmerischem Nutzen. Hintergrund dafür ist, dass Habisch und Kirchhoff wirtschaftlichen Erfolg und den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit als zentrale Voraussetzungen für verantwortungsvolles Handeln ansehen [11] [16]. Konkret bedeutet dies aus Unternehmenssicht, die eigenen Fähigkeiten, Ressourcen und Beziehungen bestmöglich in das Engagement einzubringen, und durch dieses wiederum die individuellen Unternehmensziele weiter zu unterstützen. Letztlich wird so die Erreichung des bestmöglichen Nutzens auf Seiten des Unternehmens wie auch auf Seiten der übrigen Stakeholder angestrebt. Ein Ansatz, ein individuelles verantwortungsvolles Handeln strategisch umzusetzen, ist nach Porter und Kramer die Orientierung an der Wertschöpfungskette [27]. Kapitel 2.2 stellt dementsprechend die Wertschöpfungskette als erste Modellkomponente vor.

Ebenfalls zu beachten ist laut Porter und Kramer, dass Unternehmen und ihr lokales Umfeld in einer Wechselbeziehung zueinander stehen. Somit hat das lokale Umfeld einen erheblichen Einfluss auf die Unternehmensstrategie und die Zielerreichung eines Unternehmens [26]. Entlang der Wertschöpfungskette beeinflussen Unternehmen durch ihr verantwortungsvolles Handeln ihr Umfeld bereits indirekt, etwa durch ihr Agieren am Beschaffungs- und oder Absatzmarkt. Zusätzlich ist es ihnen zufolge für Unternehmen jedoch auch von Bedeutung, (pro)aktiv positive Umfeldbedingungen in ihrem Wettbewerbsumfeld zu schaffen. In Kapitel 2.3 wird daher das Wettbewerbsumfeld als zweite Modellkomponente vorgestellt. Beide Modellkomponenten werden anschließend in Kapitel 2.4 zu einem ganzheitlichen Modell für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation zusammengeführt.

### **2.2 Die Wertschöpfungskette der IT-Organisation**

Die Wertschöpfungskette der IT-Organisation wird im Folgenden auf Basis des Modells des integrierten Informationsmanagements nach Zarnekow und Brenner bzw. Zarnekow, Brenner und Pilgram dargestellt [34] [35]. Dieses basiert wiederum auf dem Supply-Chain Operation Reference (SCOR)-Modell [31] und weist die folgenden Grundsätze auf:

- **Marktorientierung:** Die IT-Organisation nimmt im Unternehmen die Rolle eines internen Dienstleisters (IT-Leistungserbringung) ein, der gegenüber den Geschäftsbereichen (IT-Leistungsabnahme) als Lieferant von IT-Leistungen auftritt. Zwischen beiden Rollen existiert eine Kunden-Lieferanten-Beziehung, die über einen Markt abgewickelt wird.
- **Produktorientierung:** IT-Produkte (englisch IT-Services) bilden die Grundlage des Leistungsaustausches zwischen IT-Leistungsabnehmer und IT-Leistungserbringer.

Analog zum SCOR-Modell unterteilt dieses Modell Managementprozesse innerhalb eines Unternehmens in die fünf zentralen Bereiche: Plan-, Source-, Make-, Deliver- und Return- Prozesse. Auf Basis dieser Grundlagen lässt sich die Wertschöpfungskette der IT-Organisation, wie sie Bild 1 veranschaulicht, ableiten.



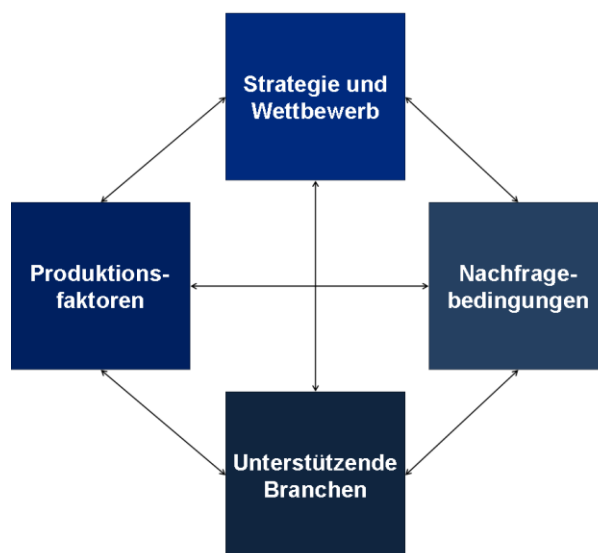
**Bild 1: Wertschöpfungskette der IT-Organisation (in Anlehnung an [31] [34])**

IT-Leistungserbringer und -abnehmer bilden in diesem Modell zwei Elemente einer Supply Chain. In dieser werden IT-Produkte durch den IT-Leistungserbringer erstellt und durch den IT-Leistungsabnehmer genutzt. Die IT-Organisation kauft über einen externen Markt IT-Produkte zur Verwendung in ihrem Make-Prozess ein. Das Management der Lieferantenbeziehungen erfolgt durch entsprechende Aufgaben im Source-Prozess der IT-Organisation. Der Make-Prozess der IT-Organisation umfasst das Management des Produktionsprogramms sowie die Entwicklung und die Produktion der IT-Produkte, die dem IT-Leistungsabnehmer über den Deliver-Prozess zur Verfügung gestellt werden. Der Deliver-Prozess umfasst, neben Prozessen zur eigentlichen Bereitstellung, das Produktmanagement und das Management der Kundenbeziehung zum IT-Leistungsabnehmer. Die Abnahme von IT-Produkten erfolgt durch den IT-Leistungsabnehmer, also die Geschäftsbereiche des Unternehmens oder externe IT-Leistungsabnehmer über einen unternehmensinternen bzw. externen Markt. Der IT-Leistungsabnehmer übernimmt in seinem Source-Prozess das Management aller Aufgaben der Lieferantenbeziehung. Die nachgefragten IT-Produkte fließen, z. B. durch eine Unterstützung von Geschäftsprozessen oder den direkten Einsatz in Geschäftsprodukten, in den Make-Prozess des IT Leistungsabnehmers ein.

Neben den beschriebenen Kernprozessen Source, Make und Deliver existieren flankierende Plan- und Enable-Prozesse. Im Plan-Prozess werden die Aufgaben der Führung und der Governance beschrieben. Der Enable-Prozess beschreibt jene Querschnittsfunktionen, die für die IT-Leistungserbringung und -abnahme erforderlich sind. Insbesondere lassen sich die Funktionen des Finanzmanagements, des Personal- und Skillmanagements, des Qualitätsmanagements und des Sicherheitsmanagements zuordnen. Der Return-Prozess umfasst letztendlich das Management der Rücknahme, Überprüfung/Wartung und Verbesserung von IT-Produkten. Return-Prozesse finden sowohl zwischen der IT-Leistungserbringung und der IT-Organisation bezüglich erbrachter IT-Produkte, als auch zwischen der IT-Organisation und ihren externen Outsourcing-Partnern bezüglich eingekaufter IT-Produkte statt.

### 2.3 Das Wettbewerbsumfeld der IT-Organisation

Wie einleitend in diesem Kapitel erläutert, operieren Unternehmen nicht isoliert von ihrem lokalen Umfeld und sind daher von diesem abhängig. Porter und Kramer identifizieren vier Elemente der lokalen Geschäftsumgebung, aus denen sich das Wettbewerbsumfeld zusammensetzt: Produktionsfaktoren, Nachfragebedingungen, Strategie und Wettbewerb sowie unterstützende Branchen [26] [27]. Wie Bild 2 verdeutlicht, beeinflussen sich dabei alle Elemente gegenseitig und bestimmen als Ganzes die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes oder einer Region. Bezogen auf Unternehmen an diesem Standort hat dies zur Folge, dass die potenzielle Produktivität des Unternehmens und die Möglichkeiten des Unternehmens, seine Strategie (insbesondere langfristig) zu verfolgen, durch das Wettbewerbsumfeld bestimmt werden.



**Bild 2:** Die vier Elemente des Wettbewerbsumfeldes (in Anlehnung an [27])

Diese vier Faktoren lassen sich auch auf die IT-Organisation übertragen. Bei der Betrachtung der verfügbaren „**Produktionsfaktoren**“ stellt sich die Frage, ob benötigte Input-Faktoren schnell und in hoher Qualität lokal verfügbar sind. Als Input-Faktoren identifizieren Porter und Kramer neben der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen, qualifiziertem Personal und effizienten Zugangsmöglichkeiten zu Kapital auch die Verfügbarkeit einer physikalischen, administrativen sowie wissenschaftlichen und technologischen



Infrastruktur [27]. Da nach Hulvej et al. das Ziel der IT-Leistungserstellung, im Gegensatz zur industriellen Fertigung, die Produktion von Informationen bzw. Informationen mit entsprechenden Informationsträgern ist [13], tritt für die IT-Organisation die Ressourcenverfügbarkeit gegenüber den anderen Faktoren in den Hintergrund.

Die „**Nachfragebedingungen**“ fokussieren neben dem Umfang der Nachfrage vor allem den Anspruch der Nachfrager am Standort. Anspruchsvolle Nachfrager sind dabei nach Porter und Kramer als positiver Einflussfaktor auf die Wettbewerbsfähigkeit zu sehen, da sie wichtige Informationen zu aufkommenden Kundenbedürfnissen liefern und Innovationsdruck ausüben. Für die IT-Organisation stellen primär die Geschäftsbereiche des Unternehmens die IT-Leistungsabnehmer dar. Deren Nachfrage ist davon abhängig, in welchem Maße und in welcher Qualität die IT-Organisation die Geschäftsbereiche und damit die Unternehmensentwicklung durch ihre IT-Produkte unterstützen kann. Dementsprechend kommt dem IT-Alignment eine wichtige Rolle zu [24].

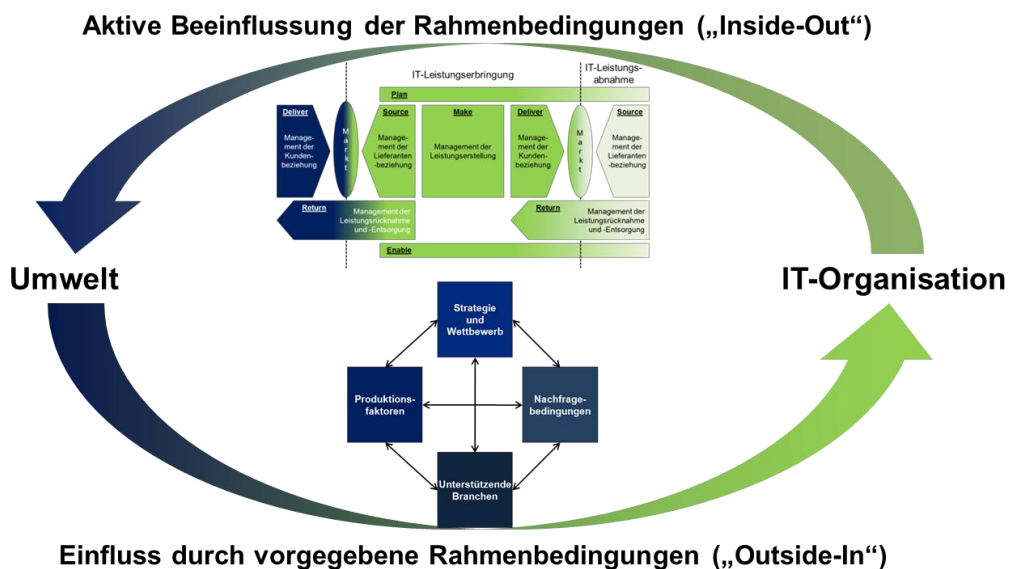
Die Regeln, Anreize und Normen, die für den Wettbewerb am Standort gelten, bestimmen das Element „**Strategie und Wettbewerb**“. Porter und Kramer verstehen hierunter Regelungen, die Investitionen fördern, geistiges Eigentum schützen, lokale Märkte öffnen, Kartelle verhindern und die Korruption zurückdrängen. Ziel ist es, so einen attraktiven Standort für die Wirtschaft zu schaffen. Auch die IT-Organisation ist als IT-Leistungsersteller für die Einhaltung rechtlicher Rahmenbedingungen verantwortlich. Infolge der Komplexität von IT-Produkten ist es besonders wichtig, dass IT-Organisation und IT-Unternehmen sich bemühen, ihr Fachwissen in die Gesetzgebung einfließen lassen.

Das letzte Element „**unterstützende Branchen**“ betrachtet nach Porter und Kramer das Vorhandensein verwandter und unterstützender Branchen. Hier stellen insbesondere deren Nähe und Qualität einen Erfolgsfaktor für effiziente Kooperationen und damit für die Produktivität eines Unternehmens dar. Das Element der lokalen Nähe unterstützender Branchen ist nur eingeschränkt auf die IT-Organisation übertragbar. Da Informationen bzw. Informationen mit entsprechenden Informationsträgern als Produktionsfaktoren der IT-Organisation immateriell und damit kopierbar, rein elektronisch transformierbar sowie zu marginalen Kosten transportierbar sind [13], verliert die räumliche Nähe der Informationsbereitstellung bzw. Informationsverarbeitung – z. B. durch Outsourcing oder Grid- und Cloud Computing [33] – ihre Bedeutung.

## **2.4 Ein ganzheitliches Modell für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation**

Auf Basis der beiden zuvor erläuterten Modellkomponenten ist es nun möglich, ein ganzheitliches Modell, wie es Bild 3 zeigt, für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation zu entwickeln. Auf der einen Seite beeinflussen die vorgegebenen Rahmenbedingungen der Umwelt mit allen Vor- und Nachteilen die IT-Organisation und haben somit einen erheblichen Einfluss auf ihr Handeln, insbesondere auf die langfristige Strategieumsetzung und Zielerreichung. Auf der anderen Seite erfolgt dieses Handeln der IT-Organisation konkret im Rahmen der einzelnen Aktivitäten ihrer Wertschöpfungskette. Der Kontakt mit der Umwelt kann dabei sowohl direkt als auch indirekt über durch die IT-Organisation unterstützte bzw. initiierte Unternehmensaktivitäten gestaltet sein. Jede Aktivität der Wertschöpfungskette hat positive oder negative Folgen auf die Umwelt der IT-Organisation. Dies bedeutet, dass die IT-Organisation innerhalb der einzelnen Teil-

bereiche der Wertschöpfungskette die Möglichkeit hat, ihr individuelles, verantwortungsvolles Handeln auszugestalten. Darüber hinaus hat die IT-Organisation so die Möglichkeit zur aktiven Beeinflussung der zukünftigen Rahmenbedingungen, die ihr durch die Umwelt vorgegeben werden. Porter und Kramer bezeichnen diese beiden Wirkungsrichtungen als „Outside-In“ bzw. „Inside-Out“ [27]. In der Kombination der beiden Perspektiven ergibt sich nun ein übergreifender Rahmen für verantwortungsvolles Handeln der IT-Organisation. Auf dessen Basis ist es nun möglich, verschiedene Maßnahmenfelder zu identifizieren, innerhalb derer Maßnahmen für ein individuelles verantwortungsvolles Handeln gestaltet werden können, welche zugleich die gesamte Wertschöpfungskette sowie das Wettbewerbsumfeld der IT-Organisation berücksichtigen.



**Bild 3:** Ganzheitliches Modell für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation

### 3 Beispielhafte Maßnahmenfelder für verantwortungsvolles Handeln in der IT-Organisation

Im Folgenden werden potenzielle Maßnahmenfelder des verantwortungsvollen Handelns in der IT-Organisation dargestellt und anhand der Plan-, Enable-, Source-, Make-, Deliver- und Return-Prozesse ihrer Wertschöpfungskette strukturiert. Ansatzpunkte zur Identifikation der Maßnahmenfelder sind zum großen Teil die Ausführungen der Enquete-Kommission zur Umsetzung einer zukunftsfähigen nachhaltigen Entwicklung in der IT [8]. Als weitere Quelle wird auf aktuelle Themen der Wirtschaftsinformatik zurückgegriffen. Es ist herauszustellen, dass die aufgeführten Maßnahmenfelder einen beispielhaften, auf aktuellen Trends und Diskussionen basierenden Auszug möglicher Maßnahmenfelder darstellen. Das im vorigen Kapitel vorgestellte Modell gibt jedoch einen umfassenden Rahmen vor, in dem weitere Maßnahmen eingeordnet werden können.

#### 3.1 Plan-Prozess

**IT-Governance:** IT ist ein Treiber von Innovationen und durchdringt Unternehmen immer stärker. Zusätzlich orientiert sich die IT-Organisation immer stärker am Geschäft und übernimmt die Verantwortung für erbrachte IT-Leistungen. Dadurch wird die IT-Organisation

zu einer Angriffsfläche für Verletzungen der Corporate Governance. Dementsprechend ist eine IT-Governance, die die interne Vergabe von Entscheidungsrechten und Zuteilung von Verantwortung in Bezug auf IT regelt, zu definieren. In einer erweiterten Perspektive kann hier auch eine aktive Mitgestaltung der „Nachfragebedingungen“ im Sinne des Modells von Porter und Kramer aus Kapitel 2.3 vorgenommen werden, und so mithin auch ein verantwortungsvolles Handeln auf Nachfrager-, d. h. Business-Seite, gefördert werden. Ein Referenzmodell zur Umsetzung der IT-Governance stellt COBIT dar [14].

**Führung:** Verantwortungsvolles Handeln ist als eine strategische Führungsaufgabe einzuordnen [10] [11] [26]. Ein entscheidender Faktor zur erfolgreichen Umsetzung ist daher die Unterstützung und das Vorleben verantwortungsvollen Handelns durch die Führung [10]. Im Rahmen der strategischen Führung sind eine angemessene organisatorische Einordnung, die Erweiterung des Unternehmensleitbildes, die Entwicklung eines Zielsystems, die zielgerichtete Auswahl von Maßnahmen und eine angemessene Kommunikation relevante Faktoren notwendig zur erfolgreichen Umsetzung von verantwortungsvollem Handeln.

### 3.2 Enable-Prozess

**Finanzmanagement:** Da, wie bereits in Kapitel 4 herausgestellt, verantwortungsvolles Handeln mit unternehmerischem Nutzen zu verbinden ist, sind alle getroffenen Maßnahmen einer Wirtschaftlichkeitsbeurteilung zu unterziehen [11] [16].

**Personal- und Skillmanagement:** Für IT-Organisationen sind (hinsichtlich Fachwissen, Medienkompetenz und Soft Skills) qualifizierte IT-Fachkräfte eine zentrale Ressource im Sinne der Ressourcenverfügbarkeit als Element der Wettbewerbsumwelt. Ein Fachkräftemangel stellt somit ein ökonomisches Problem dar, da ohne diese das volle Potenzial der IT für das Unternehmen nicht ausgeschöpft werden kann [17] [22] [29] und als Folge die Geschäftsentwicklung [22] [29] bremsen. Es ist somit Teil eines professionellen IT-Personalmanagements, die wirtschaftlich notwendigen Anforderungen der IT-Organisation nach qualifizierten IT-Fachkräften zu erfüllen sowie diese kontinuierlich weiterzuentwickeln, zu motivieren und an das Unternehmen zu binden. Gleichzeitig ermöglicht es, unter sozialen Gesichtspunkten auf die Bedürfnisse (z. B. Orts- und Zeitunabhängigkeit, flexiblere und vor allem individuelle Arbeitsumgebungen bzw. Weiterbildung) der Mitarbeiter einzugehen [29].

**IT-Sicherheitsmanagement:** Die Notwendigkeit zum IT-Sicherheitsmanagement ergibt sich, neben dem sicheren und zuverlässigen Betrieb der IT, aus Verpflichtungen im Rahmen der Corporate Governance (z. B. KonTraG, Sarbanes-Oxley Act und Basel II) [20]. Insbesondere aus Kundensicht ist der Datenschutz als Untermenge der IT-Sicherheit ein kritischer Erfolgsfaktor für das Vertrauen der Konsumenten [2]. Im Sinne eines „Inside-Out“ ist es ebenfalls eine Aufgabe an dieser Stelle, an der Gestaltung der IT-rechtlichen Rahmenbedingungen in der Wettbewerbsumwelt mitzuwirken. Neben dem Hinwirken auf eine effektive Umsetzbarkeit geplanter Regelungen können so spezielle gesetzliche Rahmenbedingungen für ein höheres verantwortungsvolles Handeln in der IT geschaffen werden (vertiefend hierzu etwa [8], [23] oder [30]), was letztlich zu einem Wettbewerbsvorteil für das gesamte Unternehmen führen kann.

### 3.3 Source-Prozess

**Beschaffung:** Da die IT-Organisation i. d. R. IT-Komponenten oder dafür benötigte Bauteile nicht selber herstellt, ist zum einen auf bedarfsgerechte Anschaffung zu achten und andererseits die verantwortungsvolle Fertigung und Ressourcenbeschaffung der Vertragspartner zu überblicken und zu überwachen [8] [36]. Die Fertigung von IT-Komponenten ist mit einem hohen Stoff- und Energieverbrauch verbunden, wodurch bei dieser insbesondere auf Energieeffizienz, verwendete Stoffe und Ressourcenschonung aber auch verantwortungsvoller Rohstoffabbau, Vermeidung der Entstehung von Problemstoffen und Abfallvermeidung zu achten ist [1] [8] [36]. Eine entsprechende Marktmacht oder Einfluss vorausgesetzt, besteht auch hier die Möglichkeit der aktiven Mitgestaltung des Wettbewerbsumfelds im Sinne eines verantwortungsvollen Handelns.

**Outsourcing:** IT-Outsourcing beschreibt die Übergabe von vorher intern erbrachten einzelnen IT-Aufgaben oder der gesamten IT an ein anderes Unternehmen [17]. Entscheidet sich die IT-Organisation zum Outsourcing, sollte es Ziel sein, dieses sozialverträglich, z. B. durch Personaltransfer zum Outsourcing-Partner, Hilfe bei der Vermittlung von Arbeitsplätzen oder finanzielle Hilfen zu gestalten [11] [21].

### 3.4 Make-Prozess

**Rechenzentrumsbetrieb und Virtualisierung:** Der RZ-Betrieb bietet zahlreiche Ansätze zur Umsetzung eines verantwortungsvollen Handelns, wobei ein ganzheitlicher Ansatz, der möglichst schon bei der Planung eines RZ Einzug findet, die besten Ergebnisse erzielt. So ist idealerweise bereits beim Bau oder einer Renovierung des RZ auf Nachhaltigkeit zu achten. Im Einzelnen sind dabei etwa eine effektive und energieeffiziente Last- und Gebäudetechnik, die Stromversorgung, die Kühltechnik sowie die verwendeten IT-Komponenten zu berücksichtigen [32]. Bei einer Virtualisierung werden physikalische auf logische Strukturen abgebildet. Es ist nun möglich, diese logischen Strukturen dynamisch auf die physisch vorhandenen Ressourcen aufzuteilen. Kapazitäten sind damit flexibel, da sie beweglich sowie plattform- und betriebssystemunabhängig werden. Zudem ist eine höhere Auslastung der einzelnen Komponenten zu realisieren, was eine Möglichkeit zu ihrer Reduzierung bietet [3].

**Cloud-Computing:** Durch Cloud Computing lassen sich IT-Ressourcen, insbesondere Rechenleistung und Speicherplatz, auf Abruf beziehen. Es lassen sich so Kosten von IT-Ressourcen senken und deren Flexibilität erhöhen [33]. Durch die zentrale Bereitstellung von IT-Ressourcen kann makroökonomisch eine Konsolidierung und erhöhte Produktivität von IT-Ressourcen erreicht werden [33]. Dies kann zu einer Senkung des Ressourceneinsatzes, Energieverbrauchs und letztendlich von CO<sub>2</sub>-Emissionen führen.

**Gebrauchstauglichkeit:** Gebrauchstauglichkeit (Usability) von IT wird nach der Norm DIN EN ISO 9241 als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen“, definiert [6]. Gebrauchstaugliche IT-Produkte erhöhen die Motivation und das Wohlbefinden bei deren Nutzung und können physische und psychische Belastungen der Nutzer verhindern. Sie sind die Basis zur Erhöhung der Akzeptanz von angebotenen IT-Produkten und bieten durch erhöhte Motivation und effizientere Arbeitsabläufe die Möglichkeit, die Produktivität beim Einsatz von IT-Produkten zu steigern [28].

**Barrierefreiheit:** Unter Barrierefreiheit (Accessibility) wird verstanden, „dass IT-Lösungen so zu gestalten sind, dass sie unabhängig von etwaigen Behinderungen oder Beeinträchtigungen der Benutzer verwendet werden können“ [12]. Barrierefreiheit ist stark sozial orientiert, da sie die Gleichberechtigung und Chancengleichheit von behinderten Menschen unterstützt. Sie ermöglicht behinderten Menschen die Nutzung von IT, besonders des Internets, und unterstützt somit eine Teilnahme am sozialen, beruflichen und kulturellen Leben. Zudem bietet sie für Unternehmen die Möglichkeit, neue Kunden- bzw. Nutzergruppen für IT-Produkte zu erschließen [15]

### 3.5 Deliver-Prozess

**Unterstützung des verantwortungsvollen Handelns des Unternehmens:** Die IT-Organisation stellt eine Organisationseinheit des Unternehmens dar, wodurch dessen verantwortungsvolles Handeln mit dem des Unternehmens in einem wechselseitigen Verhältnis steht. Durch ihre Maßnahmen kann die IT-Organisation das verantwortungsvolle Handeln des Unternehmens unterstützen und mitgestalten. Neben innerbetrieblichen Maßnahmen ist an dieser Stelle insbesondere die gemeinsame Verantwortung in der Mitgestaltung der Informationsgesellschaft herauszustellen [7] [18]. Dies ist ein Beispiel dafür, wie eine IT-Organisation aktiv dazu beitragen kann, im Sinne eines strategischen verantwortungsvollen Handelns Umfeldbedingungen zu beeinflussen (siehe Kapitel 2.3) [28].

Der Einsatz von IT kann im Unternehmen dazu beitragen, Geschäftsprozesse zu unterstützen und zu optimieren (bspw. durch IT-gestützte Prozess- und Anlagensteuerung) sowie Stoff- und Recyclingkreisläufe effizienter zu gestalten. Dadurch ist es möglich, dass Geschäftsprozesse, ökonomisch gesehen, produktiver und ökologisch gesehen, mit einem geringeren Ressourcenverbrauch (bezogen auf eine Output-Einheit) durchgeführt werden. Zusätzlich unterstützt IT-gestützte Planung und Entwicklung die Herstellung ressourcenschonender und umweltverträglicher Produkte [4] [8]. Weitere erhebliche Einsparpotenziale von Energie, und damit auch CO<sub>2</sub>, können durch IT-gestütztes Gebäudemanagement realisiert werden [4] [8]. Die Entwicklung der IT ermöglicht auch neue Formen der Arbeitsgestaltung [23]. Durch Telearbeit können Pendelhäufigkeit und/oder Fahrzeiten reduziert werden und durch Videokonferenzen Dienstreisen teilweise ersetzt (beides reduziert wiederum den CO<sub>2</sub>-Ausstoß) und so zudem noch Reisekosten eingespart werden. Neben dem positiven ökologischen Beitrag zum Klimaschutz bieten Telearbeit und Videokonferenzen in der sozialen Dimension die Möglichkeit zur Flexibilisierung von Arbeitszeiten und bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie [8] [37]. Zur Verankerung des verantwortungsvollen Handelns im Unternehmen erlauben Betriebliche Umwelteinformationssysteme durch die Integration unterschiedlicher interner und externer Umweltinformationen eine fach- und bereichsübergreifende Informationsversorgung zum verantwortungsvollen Handeln. Sie unterstützen damit das Monitoring, die operative und strategische Steuerung und Entscheidungsfindung sowie das Reporting in diesem Kontext [1] [8].

### 3.6 Return-Prozess

**Rücknahme:** Nach Erreichen der Nutzungsdauer von IT-Komponenten im Unternehmen stellt sich für die IT-Organisation die Frage nach deren Rücknahme und Entsorgung [8]. Eine Möglichkeit ist hierbei die Weitergabe als Sachleistungen im Sinne eines Corporate Giving z.B. an Non-Profit-Organisation [30]. Aber auch hier ist letztendlich durch die IT-Organisation

eine möglichst umweltfreundliche Entsorgung und hohe Wiederverwendung bzw. effizientes Recycling von IT-Komponenten zu gewährleisten [9] [36].

## 4 Fazit und Ausblick

Mit dem Begriff des verantwortungsvollen Handelns wurde in diesem Beitrag ein Konzept eingeführt, das eine integrative Sichtweise der in der Betriebswirtschaftslehre diskutierten Konzepte CSR, CC und Nachhaltigkeit aus Sicht der IT-Organisation erlaubt. Das darauf aufbauende, entwickelte Modell zur strategischen Umsetzung von verantwortungsvollem Handeln in der IT-Organisation zeigt die Grundlagen für eine aktive, verantwortungsvolle Gestaltung eines Wettbewerbsumfeldes auf und ermöglicht durch seine Orientierung an der Wertschöpfungskette die Entwicklung unternehmensindividueller, verantwortungsvoller Handlungsweisen. Mit der Erläuterung potenzieller Maßnahmenfelder wurden exemplarisch konkrete Möglichkeiten zur Umsetzung von verantwortungsvollem Handeln aufgezeigt. Weitere Maßnahmen lassen sich anhand des entwickelten Modells strukturiert in das strategische, verantwortungsvolle Handeln der IT-Organisation einordnen.

Die Bandbreite der hier skizzierten Themen zeigt, dass viele aktuelle Themen der Wirtschaftsinformatik das Potenzial haben, konkret zu verantwortungsvollem Handeln in der IT-Organisation und damit auch im zugehörigen Unternehmen beizutragen. Weitere Forschungsvorhaben in diesen Themenfeldern können das abstrakte Konzept des verantwortungsvollen Handelns (bzw. seiner Teilelemente Nachhaltigkeit, CSR und CC) stärker konkretisieren und operationalisieren. Durch den gezielten Transfer der dort gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis kann die Wirtschaftsinformatik letztlich die eingangs genannte "Verantwortung für unseren Planeten" wahrnehmen, während das hier vorgestellte Modell einen strukturierten Rahmen zur Einordnung der einzelnen Erkenntnisse und Maßnahmen bietet.

Zur Etablierung und Sicherstellung langfristigen und nachhaltigen verantwortungsvollen Handelns könnte das Modell beispielsweise um adäquate Funktionen der Kontrolle erweitert werden. Diese könnte etwa durch entsprechende Controllingmaßnahmen, die eine entscheidungsunterstützende Steuerung, Informationsversorgung und Transparenz ermöglicht, erreicht werden. Zudem wurde an dieser Stelle die zweite Modellkomponente, die aktive Schaffung eines positiven Wettbewerbsumfeldes, nur auf einer hohen Abstraktionsebene betrachtet. Denkbar wäre es, diese analog zur Wertschöpfungskette der IT-Organisation um detailliertere Maßnahmenfelder zu erweitern. Ebenso könnten die einzelnen Elemente verantwortungsvollen Handelns einer näheren Betrachtung mit Bezug auf die IT-Organisation unterzogen werden.

## 5 Literatur

- [1] Arndt, HK; Günther, O (1997): Betriebliche Umweltinformationssysteme: Konzeption und DV-technische Umsetzung. UmweltWirtschaftsForum 5 (3), 22-26.
- [2] Bäumler, H; Mutius, A (2002): Datenschutz als Wettbewerbsvorteil – Privacy sells: Mit modernen Datenschutzkomponenten Erfolg beim Kunden. Vieweg, Braunschweig.
- [3] Bazzanella, H (2008): IT-gesteuerte Energieeffizienz im Rechenzentrum. Information Management & Consulting 23 (1), 46-51.
- [4] Buhl, HU; Laartz, J (2008): Warum Green IT nicht ausreicht – oder: Wo müssen wir heute anpacken, damit es uns übermorgen immer noch gut geht? Wirtschaftsinformatik 50 (4), 261-264.
- [5] Buhl, HU; Jetter, M (2009): Die Verantwortung der Wirtschaftsinformatik für unseren Planeten. Wirtschaftsinformatik 51 (4), 317-320.
- [6] Cakir, A (2000): Usability Engineering – Vom Forschungsobjekt zur Technologie. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 37 (212), 7-21.
- [7] Europäische Kommission (2001): Grünbuch - Europäische Rahmenbedingungen für die soziale Verantwortung der Unternehmen. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2001/com2001\\_0366de01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2001/com2001_0366de01.pdf), Abgerufen am 15.03.2009.
- [8] Enquete-Kommission (1998): Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung. <http://dip.bundestag.de/btd/13/112/1311200.pdf>, Abgerufen am 15.03.2009.
- [9] Frodl, A (1998): Informations- und Kommunikationstechnologien für einen wirksamen Umweltschutz. UmweltWirtschaftsForum 6 (3), 69-73.
- [10] Fuchs-Gamböck, K; Langmeier, S (2006): Corporate social responsibility im Mittelstand - Wie Ihr Unternehmen durch gesellschaftliches Engagement gewinnt. Economica-Verlag, Heidelberg.
- [11] Habisch, A (2006): Gesellschaftliches Engagement als Win-Win-Szenario. In: Gazdar, K; Habisch, A; Kirchhoff, KR; Vaseghi, S (Hrsg.), Erfolgsfaktor Verantwortung - Corporate Social Responsibility professionell managen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [12] Hofmann, J; Reich, S (2009): Glossar zu eGovernment. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 46 (265), 101-102.
- [13] Hulvej, J; Friedli, T; Fleisch, E (2004): Analogien und Unterschiede zwischen der industriellen Fertigung und der IT-Produktion. Zarnekow, R; Brenner, W; Grohmann, H (Hrsg.), Informationsmanagement – Konzepte und Strategien für die Praxis. Dpunkt Verlag, Heidelberg.
- [14] Johannsen, W; Goeken, M (2006): IT-Governance – neue Aufgaben des IT-Managements. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 43 (250), 7-20.
- [15] Keusekotten, J (2006): Mehr Bürgernähe durch Barrierefreiheit. In: Dietrich, L; Schirra, W (Hrsg.), Innovationen durch IT - Erfolgsbeispiele aus der Praxis; Produkte – Prozesse – Geschäftsmodelle. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

- [16] Kirchhoff, KR (2006): CSR als strategische Herausforderung. In: Gazdar, K; Habisch, A; Kirchhoff, KR; Vaseghi, S (Hrsg.), Erfolgsfaktor Verantwortung - Corporate Social Responsibility professionell managen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [17] Krcmar, H (2005): Informationsmanagement. 4. Auflage. Springer, Berlin Heidelberg.
- [18] Kuhlen, B (2005): Corporate Social Responsibility (CSR), die ethische Verantwortung von Unternehmen für Ökologie, Ökonomie und Soziales - Entwicklung, Initiativen, Berichterstattung, Bewertung. Deutscher Wissenschaftsverlag, Baden-Baden.
- [19] Loos, P; Nebel, W; Gómez, JM; Hasan, H; Watson RT; Brocke, J; Seidel, S; Recker, J (2011): Green IT: Ein Thema für die Wirtschaftsinformatik? Wirtschaftsinformatik 53 (4), 239-247.
- [20] Lubich, HP (2006): IT-Sicherheit: Systematik, aktuelle Probleme und Kosten-Nutzen-Betrachtung. HMD- Praxis der Wirtschaftsinformatik 43 (248), 6-15.
- [21] Mahammadzadeh, M (2005): Outsourcing und Nachhaltigkeit – Analyse ökonomisch, ökologisch und sozial relevanter Aspekte des Outsourcing. UmweltWirtschaftsForum 12 (4), 55-61.
- [22] Marwan, J (2007): Die Firmen sind noch nicht auf die neue Arbeitnehmer-Generation vorbereitet. Information Management & Consulting 22 (2), 91-94.
- [23] McAlister, DT; Ferrell, OC; Ferrell, L (2005): Business and Society – A strategic approach to social responsibility. Houghston Mifflin Company, Boston New York.
- [24] Meier, A; Myrach, T (2004): Glossar zu IT-Servicemanagement. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 41 (237), 128-129.
- [25] Münzing, T (2001): Unternehmen im Zeitalter der Nachhaltigkeit - Werte und Wertschöpfung verbinden. Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik 2001 (3): 410-419.
- [26] Porter, M; Kramer, M (2003): Wohltätigkeit als Wettbewerbsvorteil. Harvard Business Manager 25 (3), 40-56.
- [27] Porter, M; Kramer, M (2007): Wohltaten mit System. Harvard Business Manager 29 (1), 16-34.
- [28] Ridder, M (2006): To sell or not so sell – Usability und die Normen der Softwareergonomie. IM – Information Management & Consulting 21 (3), 21-26.
- [29] Scholz, C (2000): Personalarbeit im IT-Bereich: Erfolgskritische Aktionsfelder. Wirtschaftsinformatik 42 (0), 14-23.
- [30] Schrader, U (2003): Corporate Citizenship - Die Unternehmung als guter Bürger?. Logos-Verlag, Berlin.
- [31] Supply-Chain Council (2008): Supply-Chain Operations Reference-model 9.0 Overview. <http://www.supply-chain.org/galleries/public-gallery/SCOR%209.0%20Overview%20Booklet.pdf>, Abgerufen am 09.03.2009.
- [32] Verheyen, OM (2008): Energieeffizienz in Rechenzentren. IM – Information Management & Consulting 23 (1), 36-41.



- [33] Vykoukal, J; Wolf, M; Beck R (2009): Service-Grids in der Industrie – On-Demand-Bereitstellung und Nutzung von Grid-basierten Services in Unternehmen. *Wirtschaftsinformatik* 51 (2), 206-214.
- [34] Zarnekow, R; Brenner, W (2004): Integriertes Informationsmanagement: Vom Plan, Build, Run zum Source, Make, Deliver. In: Zarnekow, R; Brenner, W; Grohmann, H (Hrsg.), *Informationsmanagement – Konzepte und Strategien für die Praxis*. Dpunkt Verlag, Heidelberg.
- [35] Zarnekow, R; Brenner, W; Pilgram, U (2005): *Integriertes Informationsmanagement*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [36] Zehle, S (2008): Kein Anschluss? - Green IT ist noch nicht Fair IT. *C't – Magazin für Computertechnik* 2008 (5), 96-105.
- [37] Zorn, W (1997): Telearbeit – eine neue Arbeitskultur. *zfo – Zeitschrift Führung + Organisation* 1997 (3), 173-176.



**Teilkonferenz**

# **Modellierung betrieblicher Informationssysteme**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Modellierung betrieblicher Informationssysteme**

### **Ulrich Frank**

Universität Duisburg-Essen, E-Mail: [ulrich.frank@uni-duisburg-essen.de](mailto:ulrich.frank@uni-duisburg-essen.de)

### **Stefan Strecker**

Universität Duisburg-Essen, E-Mail: [stefan.strecker@uni-duisburg-essen.de](mailto:stefan.strecker@uni-duisburg-essen.de)

### **Klaus Turowski**

Universität Augsburg, E-Mail: [klaus.turowski@wiwi.uni-augsburg.de](mailto:klaus.turowski@wiwi.uni-augsburg.de)

Zielgerichtete Abstraktion ist eine wesentliche Voraussetzung der differenzierten Analyse und Planung komplexer Systeme. Betriebliche Informationssysteme sowie die Handlungssysteme, in die sie eingebettet sind, weisen nicht nur eine erhebliche Komplexität auf, an ihrer Entwicklung und Nutzung sind zudem i. d. R. zahlreiche Akteure mit unterschiedlichen Qualifikations- und Interessenprofilen beteiligt. Konzeptuelle Modelle dienen deshalb nicht allein der Analyse und dem Entwurf betrieblicher Informationssysteme, sie unterstützen auch die Moderatorenfunktion der Wirtschaftsinformatik, indem sie ein anschauliches Medium für die perspektivenübergreifende Zusammenarbeit bieten. Ansätze zur Entwicklung, Analyse und Nutzung konzeptueller Modelle bilden damit einen zentralen Forschungsschwerpunkt der Wirtschaftsinformatik.

Der Bedeutung des Themas entsprechend wurde eine relativ große Zahl von 33 Beiträgen eingereicht. Nach einem doppelt-blinden Begutachtungsverfahren mit je drei Gutachten pro Einreichung wurden neun Beiträge angenommen. Drei Beiträge sind auf Ansätze zur Unterstützung der Entwicklung Service-Orientierter Architekturen (SOA) gerichtet. Andree Teusch und Elmar Sinz präsentieren eine Modellierungsmethode, die auf ein verbreitetes Szenario gerichtet ist: Die Gestaltung von SOA als Ergänzung weiter bestehender traditioneller Systemarchitekturen. Im Zentrum der vorgeschlagenen Methode steht dabei die Trennung zwischen Aufgabenobjekt und Lösungsverfahren. Mathias Wolf schlägt in seinem Beitrag einen Modellierungsansatz vor, der es gestattet, eine spezifische SOA-Konzeption aus fachlichen Anforderungen abzuleiten. Philipp Gringel, Stefan Gudenkauf und Steffen Kruse fokussieren auf ein spezifisches Problem der Entwicklung serviceorientierter Architekturen auf der Basis von Geschäftsprozessmodellen, die sog. Choreographie, also die Spezifikation der Interaktionen zwischen den an einem Geschäftsprozess beteiligten Akteuren. Dazu stellen sie eine domänenspezifische Sprache zur Modellierung entsprechender Szenarien vor. Drei weitere Beiträge sind auf die Analyse und Transformation von Modellen gerichtet. Hans-Georg Fill fokussiert auf ein Problem, dass sich durch die gemeinschaftliche Entwicklung von (Referenz-) Modellen ergibt. Dazu bietet es

sich an, wiederverwendbare Teile proprietärer Modelle einzubringen. Dies ist allerdings mit dem Risiko verbunden, sensible Informationen preiszugeben. Der Beitrag analysiert verschiedene Ansätze, die eine Transformation von Modellen ermöglichen, durch die schützenswerte Informationen ausgeblendet bzw. verschleiert werden. Dominic Breuker, Hanns-Alexander Dietrich et al. präsentierten einen generischen Ansatz zur Analyse von Modellen, der weitgehend unabhängig von der verwendeten Modellierungssprache ist. Dazu greifen sie auf graphentheoretische Algorithmen zurück, die vor allem zur Aufdeckung struktureller Isomorphien eingesetzt werden können. Ein ähnlicher Ansatz wird von Jürgen Walter, Peter Fettke und Peter Loos vorgestellt. Ihr Fokus ist dabei vor allem auf die Förderung von Abstraktion und Wiederverwendung in Prozessmodellen gerichtet, die durch die Analyse von Ähnlichkeiten angestrebt wird.

Schließlich sind drei Beiträge auf konkrete Anwendungsdomänen bzw. auf spezifische Anwenderbedürfnisse gerichtet. Kai Kittel und Stefan Sackmann haben einen Modellierungsansatz entwickelt, der die Prüfung/Validierung von Prozessen des Katastrophenschutzes unterstützt. Dazu adaptieren und erweitern sie Konzepte der Geschäftsprozessmodellierung. Agnes Koschmider, Hajo A. Reijers und Remco Dijkman haben die verbreitete Annahme, dass Geschäftsprozessmodelle per se eine für viele Gruppen im Unternehmen anschauliche Darstellung bieten, kritisch hinterfragt. Mittels einer empirischen Studie konnten sie Hinweise darauf entdecken, dass eine perspektivenspezifische Anpassung der Präsentation von Geschäftsprozessmodellen vor allem Endanwendern entgegenkommt – ohne zwangsläufig mit Verzerrungen verbunden zu sein. Dominic Breuker et al. untersuchen rund 3000 (Geschäftsprozess-) Modelle auf graphentheoretische Merkmale mit dem Ziel, häufig auftretende Ausprägungen zu identifizieren und die Eignung der eingesetzten Algorithmen für die Modellanalyse zu validieren.

# Using Obfuscating Transformations for Supporting the Sharing and Analysis of Conceptual Models

**Hans-Georg Fill**

University of Vienna, Research Group Knowledge Engineering, 1210 Vienna, AT,  
E-Mail: fill@dke.univie.ac.at

## Abstract

Several initiatives have been started that promote the collaborative creation, sharing and analysis of conceptual models. In order to maintain confidentiality and protect intellectual property, sensitive data has to be removed from the models or at least sufficiently abstracted. We derive and analyse four types of obfuscating transformations for conceptual models that have been inspired by existing methods from the area of source code obfuscation and privacy preserving data mining. The transformations are visually illustrated and evaluated by their complexity, resilience and scope of analysis.

## 1 Introduction

In the last years, several initiatives have been started that promote the collaborative creation, sharing and analysis of conceptual models [5][11][14]. The common goal thereby is to apply aspects of the world of open source to conceptual modeling and thus involve a large number of participants in such public processes [11]. Similar to the benefits of open source, the advantages are the provision of large repositories of high quality models that can be freely accessed for learning, research and development purposes, the establishment of a community of practitioners and academics for exchanging and combining their expertise, and the access to IT concepts and tools for realizing these ideas. Apart from the technical challenges, such as the development of collaboration tools and according organizational concepts for bringing this to life, a central aspect of sharing models with a large public audience is the dealing with intellectual property and confidential information.

In particular, models that are used in real-life business settings typically contain large amounts of confidential information that should not be disclosed. This concerns work practices, business relationships or other information that could potentially harm an organization by making it available to competitors. On the other hand, not all parts of the contained information are potentially harmful when they are disclosed, but may even serve in helping businesses to improve their operations by enabling comparisons and receiving feedback [15]. In addition, the public access to the models may even lead to further business opportunities by documenting how customers and suppliers may optimally interact with a

business and exchange goods and services. From a research perspective, the access to such business data is very valuable for gaining insights into actual operations and for developing and testing new concepts, even if only certain parts of the information are available.

It thus seems worthwhile to investigate techniques for protecting confidential information in conceptual models while at the same time allowing for certain types of analyses. For this purpose it can be reverted to the areas of source code obfuscation and privacy preserving data mining (PPDM) that have discussed similar approaches in the past. However, to adapt these approaches for the field of conceptual modeling, the specific characteristics of conceptual models have to be taken into account. We will therefore briefly outline the basic foundations in regard to the components of conceptual modeling methods, PPDM and code obfuscation techniques in section 2. This will permit us to derive selected representation, structural, data, and semantic information transformations for obfuscating information in conceptual models in section 3 and discuss them in a use case in section 4. The paper will be concluded by discussing work related to our approach in section 5 and by giving an outlook on potential future developments in section 6.

## 2 Foundations

In order to describe the transformations for obfuscating information in conceptual models we will give a short overview of the particular characteristics of conceptual modeling methods and existing approaches for code obfuscation and privacy preserving data mining.

### 2.1 Components of Conceptual Modeling Methods

For clarifying the terms we will use in the following we will base our discussion on a framework that has been proposed by Karagiannis and Kühn [12]. In their framework, a modeling method is composed of a modeling technique and mechanisms and algorithms. The modeling technique is further refined by a modeling language and a modeling procedure that defines the steps for applying the modeling language and the results. The modeling language is composed of a syntax, semantics, and notation. Thereby, the syntax defines the grammar of the modeling language and the semantics the meaning. This is accomplished by mapping the elements of the syntax to a semantic schema, which may be formally specified or given in natural language. The notation takes into account the semantics and defines the visualization of the modeling language. Mechanisms and algorithms can be used by the modeling procedure and related to the modeling language. They can be either generic, i.e. applicable to all modeling languages, specific, i.e. applicable only to certain modeling languages or hybrid in the sense of configurable for certain classes of modeling languages.

Although conceptual models are typically not directed towards the processing by machines and thus usually do not provide formal semantics, also a formal syntax permits to construct algorithms that can process the contained information. Especially in fields such as business process modeling or enterprise architecture management the application of analysis and simulation algorithms is highly valuable [10]. When investigating techniques to hide or remove confidential information, it is therefore desirable to preserve at least certain parts of the model information so that such algorithms can still be executed. For example, to run a simulation algorithm that calculates the average cycle time of a process only the structure



including the contained activities, splits, joins etc. together with the attached time attributes are required [10]. At the same time it is however not necessary to disclose information about the labels and descriptions of the contained activities.

## 2.2 Privacy Preserving Data Mining and Source Code Obfuscation

For preserving data privacy and intellectual property in terms of source code, a wide range of methodologies have been proposed in the research literature [9][4]. In particular there are two main fields that discuss approaches that can serve as input for protecting information in conceptual models: *privacy preserving data mining* and *source code obfuscation*. In privacy preserving data mining (PPDM) it has been distinguished between methodologies that protect sensitive data itself in the mining process and methodologies that protect the results after applying data mining [9]. Both types of methodologies protect information by sanitizing the original datasets in a way that sensitive information is shielded or certain associations in the datasets cannot be derived. At the same time it is aimed for the preservation of properties that are similar to the original datasets as well as reasonably accurate data mining results [9]. In line with the first type it can also be reverted to methods of *secure multi-party computation* where computation tasks are conducted that are based on the private, i.e. non-disclosed input of collaborators [6].

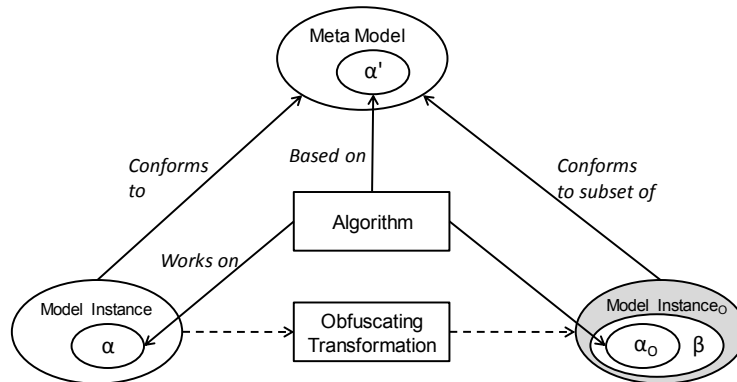
Similarly to PPDM, source code obfuscation discusses ways to convert the source code of a program into one that has the same observable behavior, i.e. that produces the same output based on the same input but which is harder to understand and reverse engineer [16]. The obfuscating transformations used for this purpose have been classified based on the kind of information they target [4][16]: *layout transformations* that change the formatting of source code and identifiers of variables, *control transformations* that modify the representation of the control flow of a program to hide its functioning, and *data transformations* that target the data structures of an application.

## 3 Obfuscating Transformations for Conceptual Models

With the foundations outlined above we can now investigate in detail how such approaches for protecting information can be applied to conceptual models. Therefore we will derive transformations that target the *representation*, *structure*, *data*, and *semantic information* of conceptual models and illustrate those using concrete examples. These transformations will be denoted as *obfuscating transformations for conceptual models* as they aim primarily at modifying information rather than solely removing information.

In contrast to data sets, the nature of conceptual models requires that even if certain information is hidden or not accessible any more, the models are still of value in regard to human understanding and communication. It is therefore possible to change the contained information in a way that is not suitable for machine processing but that is still beneficial for humans. Therefore, the methodologies of secure multi-party computation that are based on a strict non-disclosure of all involved inputs and purely directed towards machine processing do not seem to be suitable [6]. They may however be a good choice for comparing the results of algorithms that have been executed on conceptual models.

For maintaining the benefits of conceptual models, the main structure and the contained semantic information should be preserved as much as possible. Other aspects such as numerical details or simulation-relevant data may be - despite their great value for analyses - of less importance.



**Figure 1: Concept for Applying Obfuscating Transformations to Conceptual Models**

In addition, control transformations that add several levels of complexity to disguise the actual functioning of a program, neither seem applicable for conceptual models as this would considerably limit the purpose of conceptual models in terms of understanding.

To describe in detail how obfuscating transformations are applied to conceptual models we built upon the concept shown in Figure 1: Thereby, we use the notion of *meta model* for the representation of a modeling language and *model instance* for a concrete realization of a conceptual model by using this language. When designing algorithms for arbitrary model instances, they have to be based on a subset of the meta model - denoted as  $\alpha'$  in Figure 1. This subset then corresponds to the subset  $\alpha$  in the model instance. When an *obfuscating transformation* is applied to the model instance, a new instance is created, denoted by subset "O". In our approach this new instance still conforms to a subset of the meta model in order to preserve the understandability but may contain information that has been modified in regard to the original. However, not the full amount of information may be available as indicated by the grey area on the right hand side of Figure 1. The amount of information that is accessible is denoted by  $\beta$ . A subset of  $\beta$ , which is indicated as  $\alpha_O$ , is the information required by the algorithm.

For deriving suitable obfuscating transformations we investigated existing transformations in the areas of privacy preserving data mining and source code obfuscation. Thereby we focused on one-way and highly resilient transformations [4], i.e. transformations where it is not possible or very unlikely to discover the original information. From this we derived potential candidate solutions that matched the aspects described above for conceptual models. In the next step we adapted these candidate solutions for conceptual models.

### 3.1 Representation Transformations

The first type of transformations is analogous to the layout transformations used in source code obfuscation. There they are used for example to scramble the identifiers of variables, change the formatting of the source or remove comments.

For the domain of conceptual models we derived two adaptations of this type: The first is the trivial solution for obfuscating information, which consists of *hiding or removing* certain elements in the obfuscated model instance. This is illustrated in Figure 2 by using a conceptual model type for representing organizational structures. On the left hand side the original model is shown that represents the organizational unit "Customer service department", staff assigned to this department and their organizational roles. For the obfuscated model on the right hand side one role definition and a representation of a staff member have been removed. Although this is a simple example, it illustrates how the main structure of the model is preserved while some analyses such as any capacity simulations involving the role "Customer agent" cannot be performed anymore. However, simulations only involving the second role are still feasible.

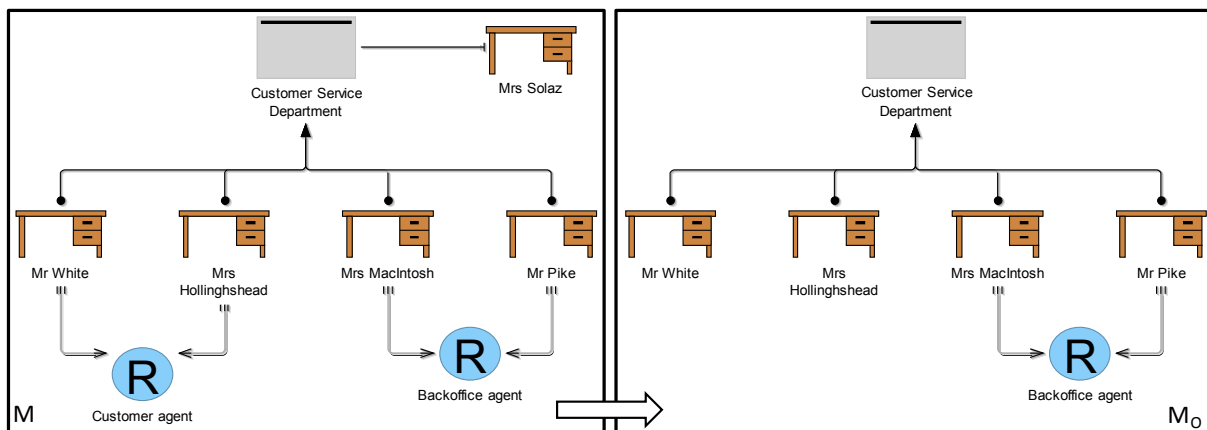


Figure 2: Illustration of an Information Hiding Transformation

The second type of representation transformation is one that abstracts the structure of the original model. The identifiers and the types of the elements are removed and only the elements and their relations are shown. In Figure 3 this is illustrated by a model in BPMN notation. Thereby it becomes obvious that after the application of such a transformation only a very basic structure of the original model is preserved. Possible analyses of such an abstracted model would comprise for example complexity measures such as the number of nodes and edges or distance measures.

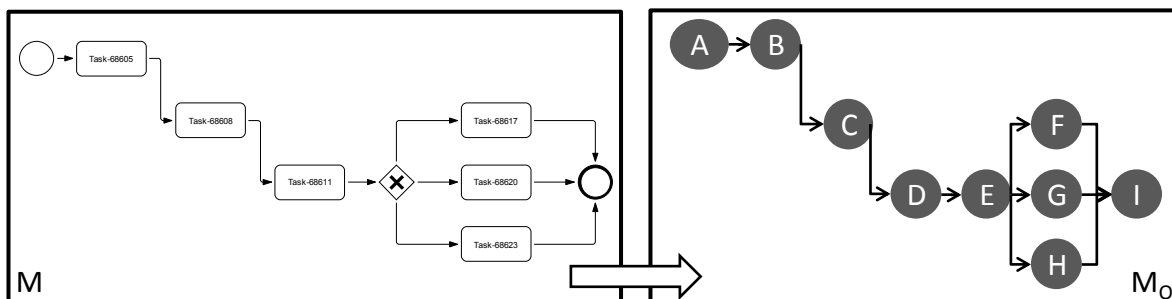


Figure 3: Illustration of an Abstraction Transformation

### 3.2 Structural Transformations

The second type of transformations has been derived from control transformations for obfuscating source code. They are targeted towards changing the structure and complexity of programs in order to hide their actual functioning. For conceptual models we adapted this in the way that several elements are condensed to one element. This is illustrated in Figure 4 by condensing two actors to one element and renaming it to "Multiple Actors". Additionally, the new element is marked by a star to indicate that it stands for more elements of the same type. In this way for example the actual number of resources can be hidden.

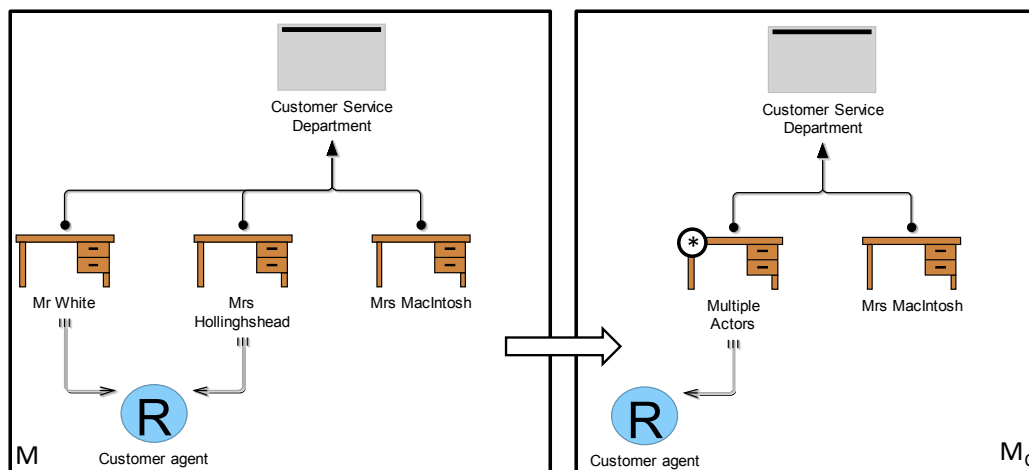


Figure 4: Illustration of a Structural Transformation

Further transformations concerning structural properties can be derived similarly to code obfuscations where method and function calls are obfuscated. This applies in particular to conceptual model types that make use of *nesting*. Thereby, conceptual models can be embedded in each other by defining links between different model instances. As an example we refer again to BPMN where parts of processes can be embedded by using calls to sub-processes – see Figure 5: Here, a call to a sub-process is used to obfuscate the execution of the tasks “C” and “D” in the original model M. The obfuscated model M<sub>O</sub> only shows the call to the sub-process “Sub-Process 1”. The contents of this sub-process are not disclosed and are preserved internally in the model “M<sub>Sub-Process 1</sub>”. Such nesting could also be used to realize another obfuscation transformation that is analogous to the obfuscation of method calls in the area of source code: Identical parts of a model can be replaced by calls to different sub-models that in turn point to the same model parts. If the sub-models are not disclosed it cannot be assessed that the seemingly different parts are actually the same.

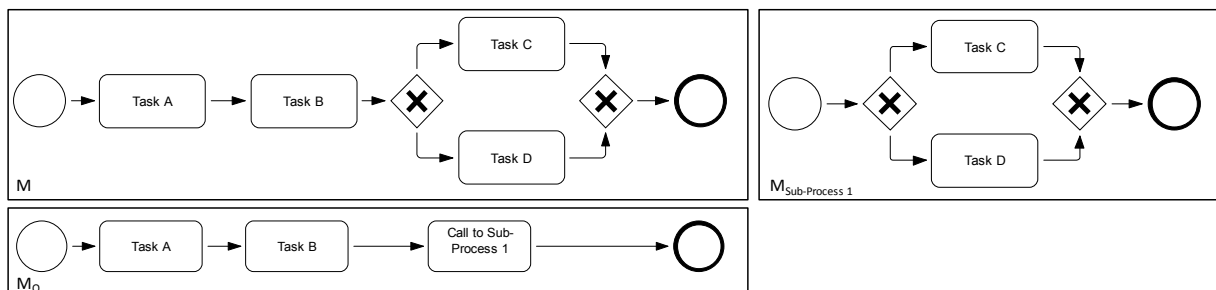


Figure 5: Illustration of a Transformation Using Nesting

### 3.3 Data Transformations

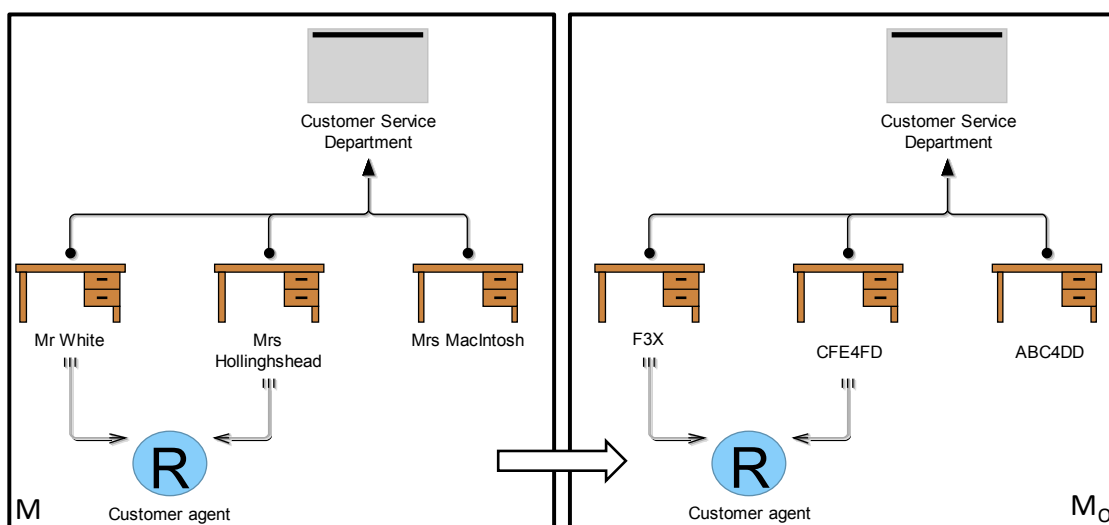


Figure 6: Illustration of an Attribute Scrambling Transformation

Based on transformations used in privacy preserving data mining, also the data of labels and attributes of conceptual models can be obfuscated. This can be done for example by scrambling the labels in the models so that their original meaning is not any more accessible. As an example we used again the organizational model where the labels have been replaced by random alphanumeric identifiers – see Figure 6. Although this is similar to the representational transformations discussed before, the scrambling can also be applied only to parts of the original model. Thus, some information can be preserved for analyses while other information is rendered inaccessible.

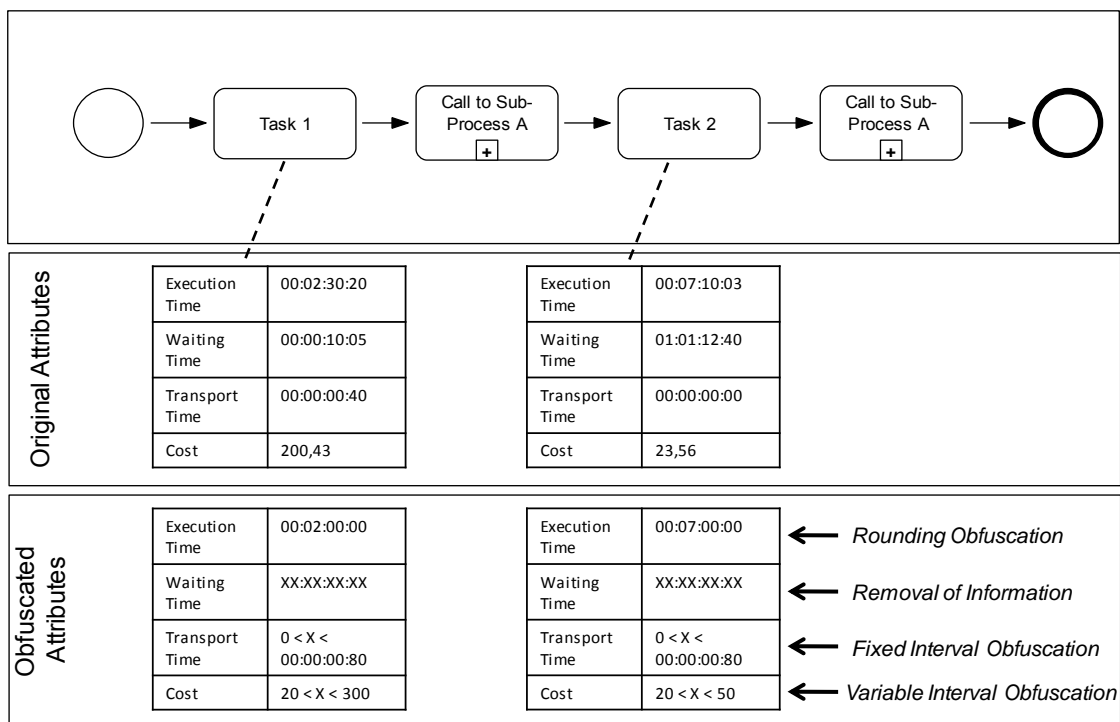


Figure 7: Illustration of Numerical Value Transformations

When obfuscating the values of numerical attributes in conceptual models, the existing transformations used in privacy preserving data mining can be directly applied. This concerns the use of rounding and fixed and variable interval obfuscation as well as the removal of attribute values as depicted in Figure 7.

### 3.4 Semantic Obfuscation Transformation

In addition to the previously described transformations we developed another type of transformation that targets the semantic information contained in the conceptual models. It is based upon the notion of *ontological instantiations* in the sense of annotating models with domain concepts from a formal ontology as described for example by [8]. Through using specific properties of formal ontologies, additional ways of obfuscating transformations can be added. As illustrated in Figure 6 the use of a subsumption hierarchy as it can be formally defined by using the web ontology language OWL, information can be anonymized by replacing attribute or label values with less specific values in the sense of generalization. As a consequence, parts of the semantic information expressed in the original conceptual model instance can be preserved and processed without disclosing the exact details.

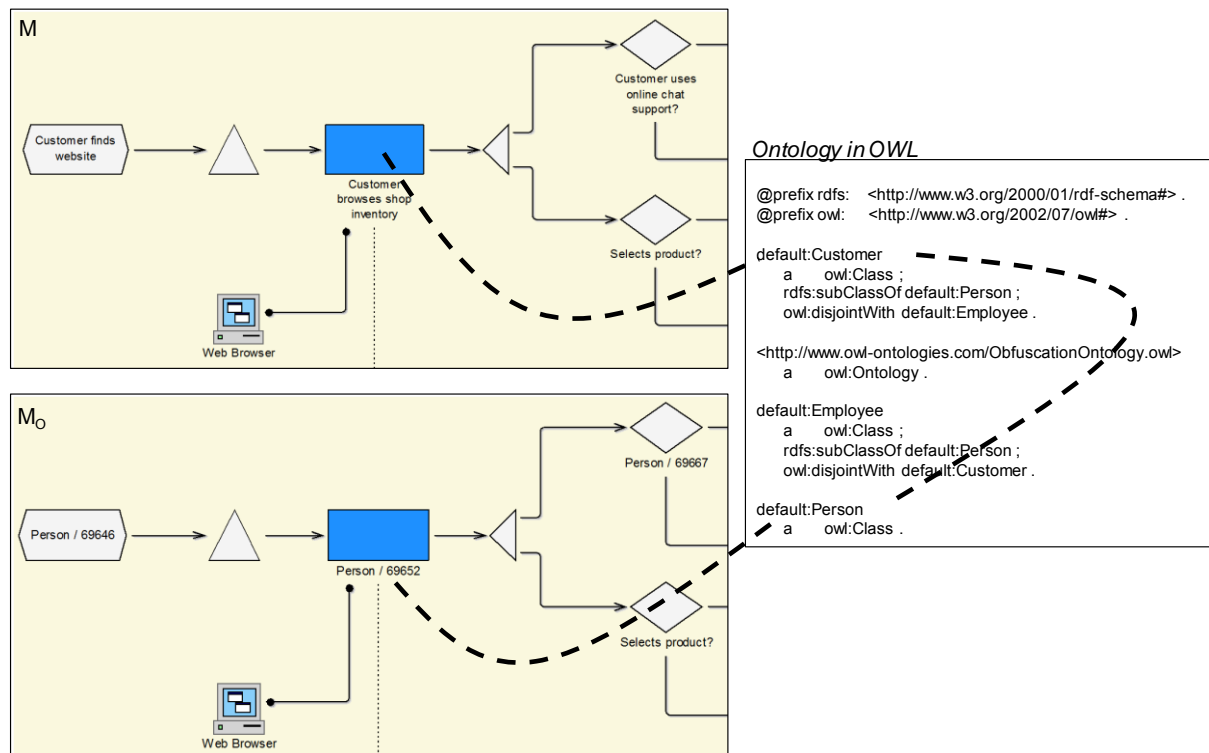


Figure 6: Illustration of a Semantic Obfuscation Transformation

## 4 Use Case

To illustrate the benefits of using obfuscation transformation for conceptual models and to evaluate the transformations we will describe in the following a use case from the area of banking. For this purpose we revert to the description of an account opening process that is publicly available<sup>1</sup>. The process description has been first represented in the form of a

<sup>1</sup> The process description was elaborated and published by Gerardo Palmisano for the Hypothekbank Lenzburg on the platform <http://www.lernender.ch> last access 18-09-2011

business process model type in ADONIS<sup>®</sup> notation and then complemented with fictitious data for the attribute values of IT systems, activity costs and execution time as well as an organizational structure. The original conception is shown by the  $M^1$  and  $M^2$  models in Figure 9 and the resulting models after the application of obfuscating transformation by  $M^1_{OB}$  and  $M^2_{OB}$ . As shown in  $M^1$ , the activity “Acquire customer data (personal data, address, ID)” contains two attributes: “Execution time” and “Average cost”. The activity “Create new customer profile and enter data” uses the IT system “Finstar”. This system is detailed by the two attributes “Host name” and “IP-Address”. In parallel to these activities, the activity “Customer fills out application form W4801” is conducted. Furthermore, the model in  $M^2$  shows an organizational model for the unit “Customer service center”. The unit is led by “Mrs White” who has the role “Service Center Manager”. The further members of the unit with the role “Account Manager” (“Acc. Manager”) are shown below. The role “Account Manager” is responsible for the top two activities in the process. For each performer the “Availability” in terms of hours per week is assigned as an attribute.

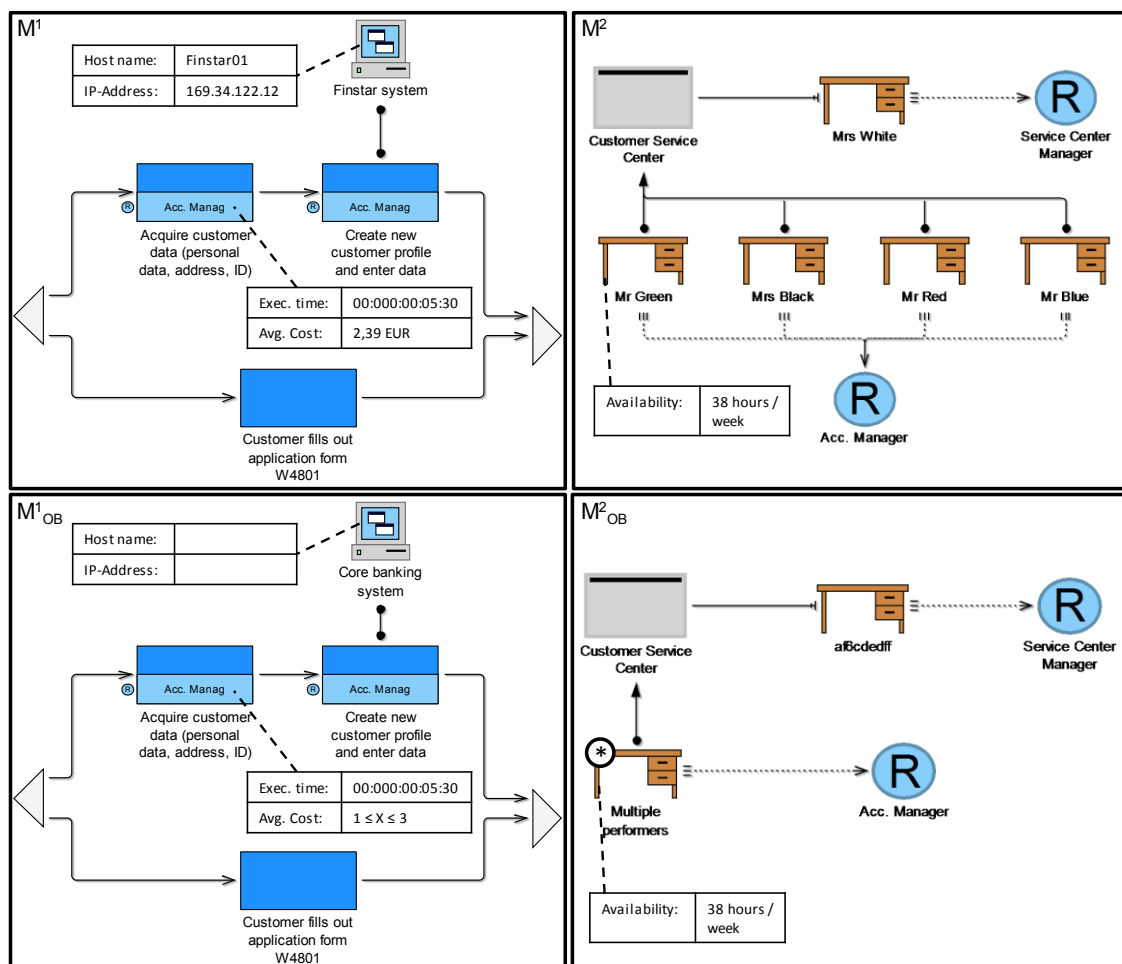


Figure 7: Application of Obfuscating Transformations to Parts of a Banking Business Process

As a basis for applying the obfuscating transformations we identified three issues that can potentially lead to requirements in altering process information before sharing it:

- Competitive issues, i.e. information that should not be disclosed to competitors
- Security issues, i.e. information that potentially permits to access non-public systems or could facilitate such access
- Privacy issues, i.e. information that concerns personal data

In the process at hand potential competitive issues could concern the used IT systems, the number of employees for particular roles in the process or the details about the activity costs. Security issues could concern the details of the involved IT systems such as host name and IP address. Privacy issues could come up in regard to the names of the employees and their detailed organizational roles and status.

Therefore, the following obfuscating transformations were applied – see  $M^1_{OB}$  and  $M^2_{OB}$ : To abstract the name of the used IT system a semantic obfuscation transformation was applied to these elements. For this purpose, the IT system elements have to be annotated with concepts from a subsumption hierarchy that contains “Finstar” as a specific concept and “Core banking system” as a more general concept. Additionally, the values for “Host name” and “IP-Address” were completely removed. To prevent competitors from assessing the capacities of the “Customer Service Center”, the performers of the role “Account Manager” were aggregated to an element named “Multiple Performers”. The name of the manager of the organizational unit was scrambled and the values of the cost attribute of the process activities were obfuscated using variable interval obfuscation.

After the application of the transformations it can now be discussed what kinds of insights can still be gained by the obfuscated models and which analyses can still be applied. As becomes apparent by the model shown in  $M^1_{OB}$ , the core structure of the process is still preserved here. It can thus be used to learn about the core functioning of the process such as the sequence and structure of the activities and in which parts of the process IT systems are used. As the execution time is maintained in its original form, algorithmic analyses such as the determination of longest and shortest paths can still be conducted. To a limited degree, also the costs of the process can be investigated. However, due to the variable interval obfuscation, only very rough estimates can be calculated for this. Concerning the organizational environment, it can still be concluded, which organizational roles are responsible for which parts of the process. Therefore, calculations such as a capacity analysis per role can be done by reverting to the execution time and availability attributes. It can however not be assessed what capacities are available in the organization depicted in the models.

Although considerable parts of the original model information have been removed or obfuscated, the resulting models still provide a lot of value. Based on the individual requirements of an organization in regard to competitive, security and privacy issues it has to be chosen which of the obfuscating transformations suits best and which types of analyses thus can be safely permitted.



## 5 Related Work

To the best of our knowledge the application of source code obfuscation techniques for the purpose of promoting the sharing of conceptual models has so far not been discussed, although some of the investigated transformations have been discussed previously in other contexts. Apart from the already mentioned approaches in source code obfuscation and privacy preserving data mining, we can relate the concept to two prior approaches: The first concerns a theoretical approach for the extraction, removal and desensitization of sensitive concepts in ontologies [13]. However, this approach refers to formal knowledge representation models and is targeted towards erasing information rather than obfuscating it and still permitting analyses. Another related approach has been described in the area of databases for obfuscating data schemas [15]. It is however directed towards the processing of database queries and replaces potential sensitive data by randomly chosen synonyms that are processed by a mediator so that no parts of the original models are actually shared but can only be queried.

From the area of business process management the approaches of process inheritance and nesting, view-based process visualizations and semantic process model abstraction can be related to some of the transformations shown here. Process inheritance deals with the abstraction and specialization of processes in order to ease the definition of new processes based on already existing representations [19]. This is related to the well-known techniques in object orientation but also takes into account the behavioral properties of a process. Similarly, the areas of process nesting and view-based process visualization developed techniques similar to the ones we have shown for removing parts of models and segmenting complex models into parts of less complex, respectively aggregated ones [19][2]. In contrast to these approaches, we state, however, that such techniques are applicable not only to process models but arbitrary types of conceptual models. This also applies to the techniques of semantic obfuscation and semantic abstraction of process models that have been discussed previously [7][17]. Regarding the semantic abstraction for process models presented in [17], the semantic obfuscation transformation does not revert to the structural semantic information but rather to the semantics expressed by the labels of the modeling elements and their annotations. Thereby, we can preserve all parts of the original structure for analyses and hide confidential information in the labels at the same time.

## 6 Conclusion and Outlook

In this paper we derived a number of transformations for obfuscating information in conceptual models. The benefit of these transformations is seen in supporting the sharing of conceptual models while at the same time enabling certain kinds of analyses of the original model information. As a next step, it is planned to detail the transformations using mathematical formalisms in order to implement them using modeling tools. In particular, it will be investigated which of the described functionalities can be realized in a generic way so that they are directly applicable to arbitrary types of modeling languages. On top of that it will then be possible to conduct experiments to further evaluate the proposed obfuscating transformations in regard to user acceptance and their suitability for concrete business use cases.

## 7 Acknowledgement

The work on this paper has been partly supported by the Austrian Science Fund in the course of a research project financed by an Erwin-Schrödinger Fellowship, project number J3028-N23.

## 8 References

- [1] Bakken, D.E. et al. (2004): Data Obfuscation: Anonymization and Desensitization of Usable Data Sets. *IEEE Security and Privacy*, 2(6):34-41.
- [2] Bobrik, R.; Reichert, M.; Bauer, T. (2007): View-Based Process Visualization. In: *BPM'2007*, 88-95. Springer.
- [3] Bussler, C. (2002): Process Inheritance. In: Banks Pidduck, A. et al.: *CAiSE 2002*. Springer, 701-505.
- [4] Collberg, C.; Thomborson, C.; Low, D. (1997): A Taxonomy of Obfuscating Transformations. Technical Report 148, University of Auckland, New Zealand. <https://researchspace.auckland.ac.nz/bitstream/handle/2292/3491/TR148.pdf?sequence=2>. Accessed on 30-03-2011.
- [5] Decker, G.; Overdick, H.; Weske, M. (2008): Oryx – Sharing Conceptual Models on the Web. In: *Proceedings of Conceptual Modeling - ER 2008*, 536-537. Springer.
- [6] Du, W.; Atallah, M. J. (2002): Secure Multi-Party Computation Problems and Their Applications: A Review and Open Problems. In: *NSPW'01*. ACM.
- [7] Fill, H.-G. (2011): Using Semantically Annotated Models for Supporting Business Process Benchmarking. In: *BIR'2011*, 29-43. Riga, Latvia. Springer.
- [8] Gailly, F.; Espana, S.; Poels G.; Pastor, O. (2008): Integrating Business Domain Ontologies with Early Requirements Modelling. In: *ER Workshops 2008*, 282-291. Springer.
- [9] Gkoulas-Divanis, A.; Verykios, V.S. (2009): An Overview of Privacy Preserving Data Mining. *ACM Crossroads*, 15(4):23-26.
- [10] Herbst, J.; Junginger, S.; Kühn, H. (1997): Simulation in Financial Services with the Business Process Management System ADONIS. In: *ESS97*. Soc. for Computer Simulation.
- [11] Karagiannis, D.; Grossmann, W.; Höfferer, P. (2008): Open Model Initiative - A Feasibility Study. [http://cms.dke.univie.ac.at/uploads/media/Open\\_Models\\_Feasibility\\_Study\\_SEPT\\_2008.pdf](http://cms.dke.univie.ac.at/uploads/media/Open_Models_Feasibility_Study_SEPT_2008.pdf). Accessed on 20-09-2011.
- [12] Karagiannis, D.; Kühn, H. (2002): Metamodeling Platforms. In: Bauknecht, K.; Tjoa, A.M.; Quirchmayr, G. (eds.). *3rd Conference EC-Web 2002 DEXA 2002*. Springer.
- [13] Kaushik, S.; Wijesekera, D.; Ammann, P. (2005): Policy Based Dissemination of Partial Web Ontologies. In: *SWS'05*, Fairfax, Virginia. ACM.
- [14] Koch, S.; Strecker, S.; Frank, U. (2006): Conceptual Modelling as a New Entry in the Bazaar: The Open Model Approach. In: *Open Source Systems*, 9-20. IFIP.

- [15] Mitra, P.; Pan C.-C.; Liu, P.; Atluri, V. (2006): Privacy-preserving Semantic Interoperation and Access Control of Heterogeneous Databases. In: ASIACCS 06, Taipei, Taiwan.
- [16] Preda, M.D.; Giacobazzi, R. (2005): Control Code Obfuscation by Abstract Interpretation. In: 3rd IEEE Conference on Software Engineering and Formal Methods. IEEE.
- [17] Smirnov, S.; Reijers, H.A.; Weske, M. (2011): A Semantic Approach for Business Process Model Abstraction. In: CAiSE'2011, 497-511. London. Springer.
- [18] Yang, G. (2004): Process library. Data and Knowledge Engineering (50). 35-62.



# Effiziente Prozessmodellanalyse mit Algorithmen der Subgraphisomorphie

**Dominic Breuker, Hanns-Alexander Dietrich, Matthias Steinhorst,  
Jörg Becker, Patrick Delfmann**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster,  
European Research Center for Information Systems, Leonardo-Campus 3, 48149 Münster,  
E-Mail: <Nachname>@ercis.uni-muenster.de

## Abstract

In der Literatur existiert eine Vielzahl verschiedener Ansätze, um Prozessmodelle strukturell zu analysieren. Ein Unterproblem, das oft in vielen dieser Ansätze auftritt, ist die Identifikation von (häufig auftretenden) Subgraphen innerhalb der Modellgraphen. Um diese Problemstellung zu lösen, können graphentheoretische Algorithmen genutzt werden. Der vorliegende Artikel demonstriert, dass derartige Algorithmen in der Lage sind, große Mengen von Prozessmodellen innerhalb von (Milli-)Sekunden zu analysieren. Sie können folglich als Unterkomponente in bestehende Analyseansätze integriert werden, um (potenziell aufwändigere) Eigenentwicklungen zu ersetzen. Der Vorteil dieser Algorithmen liegt in ihrer breiten, nicht auf konkrete Modellierungssprachen oder Analysezwecke beschränkten Anwendbarkeit.

## 1 Einleitung

Prozessmodelle dienen im Rahmen des Geschäftsprozessmanagements als Ausgangspunkt für die Analyse der realwirtschaftlichen Abläufe, die sie beschreiben. Da Prozessmodelle eine erhebliche Größe erreichen können und gleichzeitig eine große Menge an Modellen als Analysegrundlage vorliegen kann (vgl. [31]), werden in der Literatur der Wirtschaftsinformatik und Informatik verschiedene automatisierte Analyseverfahren diskutiert. Derartige Ansätze identifizieren beispielsweise Schwachstellen innerhalb der Prozessmodelle oder überprüfen die Berücksichtigung gesetzlicher Anforderungen. Weitere Analyseverfahren bestimmen die Ähnlichkeit von Prozessmodellen oder spezifizieren Übersetzungsregeln, die ein gegebenes Modell in ein Modell einer anderen Modellierungssprache überführen. Ein Unterproblem, das in vielen dieser Verfahren zu lösen ist, bildet die Identifikation (häufig auftretender) Subgraphen innerhalb der Prozessmodellgraphen. So können Schwachstellen beispielsweise als Teilgraphen definiert werden, die auf eine ineffiziente Bearbeitung des dargestellten Sachverhalts schließen lassen. Auch die Ähnlichkeit mehrerer Prozessmodelle kann über die Anzahl häufig auftretender Subgraphen definiert werden.

Da Prozessmodelle oft als gerichtete, getypte und benannte Graphen dargestellt werden, können aus der Graphentheorie bekannte Algorithmen verwendet werden, um das Problem der Identifikation (häufig auftretender) Subgraphen zu lösen. Hier ist dieses als Problem der Subgraphisomorphie bzw. als Problem der Identifikation häufig auftretender Subgraphen bekannt. Sie bezeichnen die Suche eines Subgraphen, der isomorph, also strukturgleich, zu einem vorgegebenen (kleinen) Graphen ist. Im allgemeinen Fall sind diese Probleme nur mit exponentiellem Aufwand zu lösen. Es existieren jedoch einige Algorithmen, die in praktischen Anwendungsszenarien akzeptable Laufzeitergebnisse aufweisen. Im Rahmen des vorliegenden Artikels wurden diese Algorithmen auf mehr als 3000 Prozessmodelle angewendet. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Subgraphen innerhalb dieser Modelle in wenigen (Milli-)Sekunden gefunden werden können.

Die Laufzeitergebnisse legen nahe, aus der Graphentheorie bekannte Algorithmen in bestehende Analyseansätze zu integrieren, um das Teilproblem der Subgrapherkennung zu lösen. Die Anwendung dieser Algorithmen birgt den Vorteil, dass sie nicht für spezielle Analysezwecke (Schwachstellenidentifikation, Modellvergleich, etc.) entwickelt wurden und daher ein breites Spektrum verschiedener Analyseziele unterstützen können. Da sich die vorliegende Laufzeitanalyse ausschließlich auf frei verfügbare Implementierungen der Algorithmen bezieht, werden Entwickler konkreter Spezialansätze von der technisch anspruchsvollen Aufgabe befreit, einen eigenen Ansatz zur Subgrapherkennung zu entwickeln. Sie können sich stattdessen auf die analysezweckspezifische Konfiguration und Erweiterung der hier vorgeschlagenen Algorithmen konzentrieren.

Der Aufbau des Artikels stellt sich wie folgt dar. Im folgenden Abschnitt werden beispielhaft Analyseverfahren vorgestellt, die die Identifikation von (häufig auftretenden) Subgraphen in Prozessmodellen als Teilkomponente enthalten. Im Anschluss werden graphentheoretische Algorithmen für diese Probleme identifiziert (Abschnitt 3) und empirisch auf ihre Anwendbarkeit im Rahmen der Prozessmodellanalyse untersucht (Abschnitt 4). Hierzu werden sie auf realen Modellkollektionen ausgeführt. Der Beitrag schließt mit einer Bewertung der Ergebnisse und einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf (Abschnitt 5).

## 2 Verwandte Arbeiten und Forschungslücke

Das Problem der Subgrapherkennung tritt in vielen Modellanalyseverfahren auf. Eine exemplarische Auswahl, gegliedert in die Bereiche *Compliance-Überprüfung*, *Identifikation von Schwachstellen in Geschäftsprozessen*, *Komplexitätsmanagement*, *Modellvergleich* und *Modelltransformation*, wird im Folgenden kurz umrissen.

Ziel der *Compliance-Überprüfung* ist es, zu kontrollieren, ob ein Prozess alle für die jeweilige Geschäftstätigkeit relevanten Gesetze und Regularien erfüllt. Gesetzliche Anforderungen schlagen sich dabei in Teilgraphen nieder, die entweder in einem Prozessmodell enthalten sein müssen oder nicht enthalten sein dürften. Zum Beispiel erweitern GHOSE und KOLIADIS [11] BPMN um verschiedene Konstrukte, um solche Subgraphen zu definieren und zum Teil automatisch zu suchen. WEIDLICH ET AL. [28] entwickeln einen auf sogenannten „behavioral profiles“ basierenden Ansatz, mit dem Log-Daten aus IT-Systemen auf Kompatibilität mit einfachen Mustern geprüft werden können. Durch Beschränkung auf zwei Aktivitäten pro Muster wird die rechnerische Komplexität des generellen Problems umgangen.

Die *Identifikation von Schwachstellen* dient der allgemeinen Verbesserung von Prozessabläufen. Hierfür sind Modellfragmente zu identifizieren, die entweder typische Schwachstellen oder Best Practices repräsentieren. SMIRNOV ET AL. [22] stellen dazu einen Algorithmus vor, der sogenannte *Action Patterns* in Prozessmodellen identifiziert. Ein Action Pattern identifiziert Mengen von Aktivitäten, die häufig gemeinsam auftreten. VAN DONGEN, MENDLING und VAN DER AALST [9] entwickeln einen Ansatz zur Überprüfung von Prozessmodellen auf mögliche reibungslose (bspw. deadlockfreie) Ausführung. Dies wird durch das Suchen typischer Teilgraphen, die auf eine Verletzung des Kriteriums hindeuten, realisiert. Ein ähnlicher Algorithmus findet sich bei TOURÉ, BAÏNA und BENALI [24].

Das Management großer Modellkollektionen ist Aufgabe des *Komplexitätsmanagements*. Hier sind z. B. immer wiederkehrende Aktivitätsmuster zu identifizieren, die durch aggregierte Aktivitäten kompakter dargestellt werden können. Ziel ist es, einen Prozess auf einem höheren Abstraktionsniveau zu beschreiben. WEBER ET AL. [27] entwickeln dazu einen subgraphbasierten Refactoring-Algorithmus. Ähnliche Ansätze verfolgen REIJERS, MENDLING und DIJKMAN [21] sowie UBA ET AL. [25].

Um Prozessmodelle zu *vergleichen*, entwickeln YAN, DIJKMAN und GREFFEN [31] einen Algorithmus, der mithilfe von Modellfragmenten die Ähnlichkeit zweier Prozessmodelle schätzt. Dem Verfahren liegt die Annahme zugrunde, dass in ähnlichen Modellen bestimmte Fragmente besonders häufig auftreten.

Bei der *Modelltransformation* werden Verfahren benötigt, die ein gegebenes Modell in ein Modell einer anderen Modellierungssprache überführen. Hierfür sind Teilgraphen innerhalb des Modells zu identifizieren, die in vordefinierte Fragmente übersetzt werden können. Entsprechende Algorithmen stellen z. B. GARCÍA-BAÑUELOS [10] und OUYANG [20] vor.

Daneben existieren auch Ansätze, die sich ganz explizit damit beschäftigen, Subgraphen in Modellen bestimmter Modellierungssprachen zu identifizieren. So wird beispielsweise von AWAD und SAKR [1] ein Algorithmus entwickelt, der beliebige Fragmente in BPMN-Modellen sucht. Ähnliche Algorithmen präsentieren BEERI ET AL. [3] sowie MOMOTKO und SUBIETA [17].

Die Untersuchung der vorgestellten Literatur verdeutlicht, dass in der Informatik und Wirtschaftsinformatik eine große Anzahl verschiedener Analyseverfahren existiert, die spezielle Zielsetzungen verfolgen und das Grundproblem der Subgrapherkennung als Teilproblem beinhalten. Im Folgenden werden bekannte Lösungsansätze zur Subgraphisomorphie und zur Identifikation häufig auftretender Subgraphen vorgestellt und gezeigt, dass sie sich zur Analyse konzeptioneller Modell eignen. Dazu werden sie auf große Modellgraph- und Subgraphmengen angewendet und hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz validiert.

## 3 Algorithmen

### 3.1 Subgraphisomorphie

Formal heißt ein Graph  $H$  subgraphisomorph zu einem Modellgraphen  $G$ , wenn eine Bijektion  $\Phi$  zwischen den Knoten von  $H$  und einer Teilmenge der Knoten von  $G$  existiert, so dass für jede Kante  $(v, w)$  zwischen zwei Knoten  $v$  und  $w$  des Graphen  $H$  eine korrespondierende Kante  $\{\Phi(v), \Phi(w)\}$  im Modellgraphen  $G$  existiert. Algorithmen für Subgraphisomorphie befassen sich folglich mit der Identifikation von Subgraphen, die exakt

mit dem gegebenen Suchgraphen übereinstimmen. Die bestehende Forschung auf diesem Gebiet lässt sich in zwei Bereiche aufgliedern [16]: Einerseits wird durch regelbasierte Suchverfahren der Suchraum eingeschränkt, so dass das Auffinden von Subgraphen im Mittel nur wenig Zeit in Anspruch nimmt. Andererseits kann man sich, statt Lösungen für beliebige Graphen zu suchen, auf spezielle Unterklassen von Graphen beschränken und durch Ausnutzung ihrer Eigenschaften effizientere Lösungen formulieren (z. B. [15]). In dieser Arbeit werden keine Einschränkungen bezüglich der zu untersuchenden Graphen unterstellt. Entsprechende Verfahren werden folglich aus der Analyse ausgeklammert.

Der wohl bekannteste Algorithmus zur Subgraphisomorphie wurde von ULLMANN [26] eingeführt. Er konstruiert einen Suchbaum und traversiert diesen auf Basis eines Backtracking-Verfahrens. Spezielle Regeln erlauben es, den Suchbaum an geeigneten Stellen abzuschneiden und so den Aufwand für die Identifikation der Fragmente gering zu halten. Ähnlich ist der Algorithmus VF2 von CORDELLA ET AL. [6], welcher rekursiv Mengen von immer größer werdenden Teilgraphen erstellt, so lange bis entweder die passenden Subgraphen gefunden oder deren Existenz ausgeschlossen werden kann. Auch hier kommen Regeln zur Anwendung, die ungeeignete Zwischenergebnisse verwerfen.

Für die beiden Algorithmen von ULLMANN und CORDELLA ET AL. sind ausgereifte Implementierungen frei verfügbar, beispielsweise von CORDELLA ET AL. selbst [5]. Sie erlauben es, in beliebigen Graphen, deren Knoten und Kanten beschriftet sein können, Subgraphen zu suchen. Aufgrund der freien Verfügbarkeit und der Tatsache, dass diese Algorithmen vielfach die Performancereferenz für andere Ansätze bilden, werden sie im Rahmen dieses Beitrags auf ihre Anwendbarkeit für die Modellanalyse untersucht.

### 3.2 Auffinden häufiger Subgraphen

Ein auf der Subgraphisomorphie aufbauendes Problem ist das Auffinden häufig auftretender Subgraphen in einer Kollektion von Modellgraphen. Im Allgemeinen funktioniert ein Algorithmus für dieses Problem nach folgendem Prinzip [29]: Er beginnt mit einem leeren Graph und generiert rekursiv Erweiterungen, indem neue Knoten hinzugefügt werden. Jede Erweiterung muss auf Subgraphisomorphie innerhalb der Modellkollektion getestet werden. Dadurch wird der Support, also die Häufigkeit, mit der der Subgraph auftritt, bestimmt. Subgraphen, deren Support den gewünschten Minimalwert unterschreitet, werden verworfen.

Aufgrund der potenziell sehr großen Suchbäume ist nicht nur der zeitliche Aufwand, sondern auch der Speicherbedarf kritisch. Auch hier kommt es darauf an, den Suchraum möglichst so zu traversieren, dass sich Aufwand und Speicherbedarf im Regelfall in Grenzen halten. Auch für dieses Problem existieren Algorithmen (z. B. [4,12,14]). Für die vorliegende Analyse wurden wiederum zwei Algorithmen ausgewählt, für die eine freie Implementierung verfügbar ist und die in früheren Evaluationen gute Ergebnisse erzielt haben [19,29]. Im Speziellen handelt es sich dabei um *gSpan* [30] und *Gaston* [18], wobei *Gaston* im Unterschied zu *gSpan* nur auf ungerichteten Graphen mit beschrifteten Knoten und Kanten anwendbar ist. Auf gerichtete Graphen kann daher nur *gSpan* angewendet werden. Für eine genaue Beschreibung ihrer Funktionsweise sei an dieser Stelle auf die entsprechenden Arbeiten verwiesen.



## 4 Evaluation

### 4.1 Versuchsaufbau

Ziel dieses Beitrags ist es, zu ermitteln, inwiefern die in Abschnitt 3 identifizierten Algorithmen die Probleme Subgraphisomorphie und häufig auftretender Subgraph auf typischen Modellkollektionen bewältigen können. Die dafür benötigten Implementierungen stammen im Falle des ULLMANN- bzw. VF2-Algorithmus aus der in C geschriebenen *VFLib graph matching library*<sup>1</sup>, im Falle von Gaston und gSpan aus *ParSeMiS*<sup>2</sup>, einer in Java geschriebenen Bibliothek. Zur Laufzeitmessung wurde ein Intel® Core™ 2 Duo CPU E8400 3,0 GHz mit 3,25 GB RAM und Windows 7 (32-Bit) verwendet. Zusätzlich wurden die Energiesparmechanismen deaktiviert und der Prozess als Real-Time Prozess ausgeführt. Für ParSeMiS wurde die JVM von Oracle in Version 6.0.26 mit einer Heap-Größe von 1,2 GB verwendet. Dies ist unter der vorgenommenen Konfiguration die maximale Heap-Größe.

Im Rahmen der vorliegenden Analyse wurden sowohl frei verfügbare Modellkollektionen als auch Modelle aus Beratungsprojekten verwendet. Eine Übersicht über die Kollektionen mit der Anzahl enthaltener Modelle sowie Mittelwert (Avg), Standardabweichung (Std), Minimum (Min) und Maximum (Max) der Knoten- und Kantenzahl findet sich in Tabelle 1.

Kollektion	Anzahl Modelle	Knoten				Kanten			
		Avg	Std	Min	Max	Avg	Std	Min	Max
SAP	604	20,74	18,74	3	130	20,80	20,84	2	138
AdB	2200	100,95	109,33	2	912	102,19	112,95	1	935
ÖV	604	45,69	34,70	4	227	47,35	38,05	2	246
HH	54	39,11	17,91	10	100	42,28	20,56	10	110

**Tabelle 1: Modellkollektionen**

Die erste Kollektion (SAP) ist das SAP-Referenzmodell [7,13], eine Sammlung von 604 EPKs, die das SAP R/3-System beschreiben. Bei der zweiten (AdB) und dritten (ÖV) Kollektion handelt es sich um Prozesslandschaften einer öffentlichen Verwaltung. Die Kollektionen enthalten 2200 (AdB) bzw. 604 (ÖV) EPKs. Die letzte Kollektion (HH) besteht aus 54 EPKs, die einem Referenzmodell für Informationssysteme im Handel [2] entstammen.

Für die Beschriftung der Knoten können für Analysezwecke zwei Fälle unterschieden werden. Im ersten Fall wird nur der Typ des Modellelements, beispielsweise „Ereignis“ oder „XOR“, herangezogen. In diesem Fall werden in einem vollständig getypten und beschrifteten Modellgraphen Subgraphen gesucht, für die zusätzlich zur Isomorphismusdefinition nur die Übereinstimmung der *Knotentypen* gefordert wird. Dies ist in Praxisanwendungen häufig der Fall. Bspw. wird ein Medienbruch in einem Prozessmodell dadurch angezeigt, dass eine Aktivität, an die ein Anwendungssystem sowie ein Dokument als Output annotiert ist, auf eine andere Aktivität folgt, die ein Anwendungssystem und ein Dokument als Input nutzt – unabhängig von den Bezeichnern der beteiligten Modellelemente. Im zweiten Fall werden der Typ und der volle Bezeichner eines Modellelements, also etwa „Ereignis“ und „Rechnung ist eingegangen“, verwendet. Es wird also für eine Entsprechung

<sup>1</sup> <http://www.cs.sunysb.edu/~algorithm/implement/vflib/implement.shtml>

<sup>2</sup> <http://www2.informatik.uni-erlangen.de/EN/research/ParSeMiS/download/index.html>

zusätzlich die Übereinstimmung der Modellelementbezeichner gefordert. Da die Algorithmen den Suchraum anhand der Beschriftung einschränken können, hängt die Laufzeit direkt von deren Granularität ab. Es ist zu erwarten, dass im Falle der Berücksichtigung von Typ und Bezeichner die bestmögliche Laufzeit erreicht wird, da nur sehr wenige Knoten miteinander assoziierbar sein werden. Für die Zwecke der vorliegenden Analyse wird davon ausgegangen, dass die Bezeichner der Modellelemente semantisch standardisiert sind. Verfahren, die eine einheitliche Semantik der Bezeichner garantieren, werden zum Beispiel von THOMAS und FELLMANN [23] sowie DELFMANN, HERWIG und LIS [8] vorgestellt.

Um VF2 und den Algorithmus von ULLMANN auswerten zu können, werden zu den Modellkollektionen passende Subgraphen benötigt. Diese zu suchenden Modellfragmente wurden mit Hilfe des *gSpan*-Algorithmus erzeugt, der verwendet wurde, um häufig vorkommende Subgraphen in allen vier Modellkollektionen zu identifizieren. Dieses Vorgehen garantiert, dass die zu suchenden Subgraphen in einigen, aber nicht allen Graphen gefunden werden können. Aufgrund des hohen Speicherbedarfs wurde dazu eine virtuelle Maschine mit 68 GB RAM in der Amazon-Cloud verwendet. So konnten deutlich größere Kollektionen von Subgraphen erstellt werden, als dies bei einem konventionellen PC der Fall gewesen wäre. Tabelle 2 enthält eine Übersicht über alle Subgraphen, die aus den jeweiligen Modellkollektionen entwickelt wurden. Die Tabelle unterscheidet dabei zwischen solchen Modellfragmenten, die nur den Knotentyp als Bezeichner enthalten und solchen, die sowohl Knotentyp als auch Bezeichner berücksichtigen.

Kollektion		Berücksichtigung von Knotentyp					Berücksichtigung von Kontentyp und -bezeichner				
		Avg	Std	Min	Max	Anzahl	Avg	Std	Min	Max	Anzahl
SAP	Knoten	4,30	1,23	1	7	399	6,82	4,11	1	17	2023
	Kanten	3,31	1,23	0	6		5,82	4,11	0	16	
AdB	Knoten	5,16	1,38	1	9	1066	3,03	1,74	1	8	298
	Kanten	4,17	1,38	0	8		2,03	1,74	0	7	
ÖV	Knoten	11,20	2,84	1	20	28184	4,98	2,62	1	10	363
	Kanten	10,23	2,83	0	19		4,07	2,70	0	10	
HH	Knoten	12,16	2,97	1	21	27580	2,18	1,31	1	7	283
	Kanten	11,21	2,98	0	20		1,19	1,34	0	6	

**Tabelle 2: Subgraphkollektionen**

## 4.2 Durchführung

Die Analyse wurde auf den Prozessmodellgraphen durchgeführt. Bei der Überführung der Modelle in das verwendete Graphformat wurden sämtliche Elementtypen des Modells als Knoten des Graphen repräsentiert. Jeder Graphknoten hat darüber hinaus Attribute für Typ und Bezeichner, so dass keine semantischen Informationen verloren gehen. Die gerichteten Kanten der EPK-Modelle wurden in gerichtete Kanten im Graphen überführt. Die Algorithmen ULLMANN und VF2 wurden so konfiguriert, dass sie alle möglichen Ausprägungen des Subgraphen innerhalb eines Modellgraphen zurückgeben. Jeder Subgraph wurde daraufhin mit jedem Algorithmus in jeder Modellkollektion gesucht. Die Analyse beinhaltet die Gesamtlaufzeit für jeden einzelnen Subgraphen.

Die Implementierung des *Gaston* Algorithmus arbeitet nur auf ungerichteten Graphen, weshalb für Vergleichszwecke *gSpan* sowohl auf ungerichteten (*gSpan U*) als auch auf

gerichteten Graphen (gSpan G) ausgeführt wurde. Die gerichteten Graphen werden hierfür in ungerichtete Graphen überführt, indem die Richtung der Kante ignoriert wird. Zur Konfiguration der Algorithmen *gSpan* und *Gaston* kann die prozentuale Mindesthäufigkeit (Support) als Parameter übergeben werden. Der Support beschreibt den prozentualen Anteil der Modelle innerhalb einer Kollektion, in denen ein Subgraph vorhanden sein muss, um ausgegeben zu werden. Beide Algorithmen wurden jeweils mit den Mindesthäufigkeiten 70%, 50%, 30%, 20%, 10%, 5% und 1% ausgeführt. In zwei unabhängigen Durchläufen wurden die Laufzeit und der Speicherbedarf für jeden Algorithmus einzeln gemessen.

#### 4.3 Ergebnisse zur Suche gegebener Subgraphen

Tabelle 3 enthält die Suchzeiten für Typberücksichtigung, Tabelle 4 die für die Berücksichtigung des Typs und des Bezeichners. Es werden jeweils der Mittelwert (Avg), die Standardabweichung (Std), das Minimum (Min) und Maximum (Max) der Suchzeit für einen Subgraphen in allen Modellgraphen einer Kollektion angegeben. Neben den absoluten Zeiten werden auch bezüglich der Größe der Modellkollektion normalisierte Größen dargestellt. Beispielsweise dauerte das Suchen eines der 399 die Typen berücksichtigenden Subgraphen der SAP-Kollektion mit *VF2* durchschnittlich 952,35 Millisekunden. Normalisiert bedeutet dies, dass eine Suche im Durchschnitt  $952,35 \text{ ms} / 604 \text{ Modelle} = 1,58 \text{ ms/Modell}$  dauerte.

Kollektion und Algorithmus	Zeit [ms]				Zeit [ms/Modell]				R <sup>2</sup>
	Avg	Std	Min	Max	Avg	Std	Min	Max	
SAP VF2	952,35	552,60	806	11751	1,58	0,91	1,33	19,46	0,01
	931,73	554,88	799	11845	1,54	0,92	1,32	19,61	0,00
AdB VF2	6882,18	8905,68	5832	207620	3,13	4,05	2,65	94,37	0,00
	9905,28	15439,66	5861	279302	4,50	7,02	2,66	126,96	0,02
OV VF2	1020,23	67,62	931	6802	1,69	0,11	1,54	11,26	0,00
	41799,38	534211,87	960	21479600	69,20	884,46	1,59	35562,25	0,02
IH VF2	87,26	19,69	82	585	1,62	0,36	1,52	10,83	0,00
	524,70	1505,32	83	31551	9,72	27,88	1,54	584,28	0,09

**Tabelle 3: Subgraphisomorphie (Berücksichtigung von Knotentypen)**

Im Allgemeinen konnte die Suche der Subgraphen mit den verwendeten Algorithmen in einer Größenordnung von Millisekunden bis Sekunden bewältigt werden. Nur in seltenen Fällen benötigt der Algorithmus von ULLMANN Laufzeiten von bis zu 21479600 Millisekunden (~6 Stunden). Generell ist bei den durchschnittlichen Zeiten eine Überlegenheit des *VF2* festzustellen. Da *VF2* jedoch als Verbesserung des ULLMANN-Algorithmus entwickelt wurde, ist dies nicht verwunderlich. Eine Ausnahme bildet hier das SAP-Referenzmodell, bei dem sich *VF2* und der ULLMANN-Algorithmus kaum unterscheiden. Die höchste gemessene Laufzeit des *VF2* betrug 207620 Millisekunden (~3,5 Minuten). Im Durchschnitt benötigte *VF2* in keiner Kollektion länger als 7 Sekunden. *VF2* ist daher für umfangreiche Modellanalysen im Rahmen der untersuchten Kollektionen sehr gut verwendbar.

Ein Vergleich der Ergebnisse aus Tabelle 3 und 4 verdeutlicht die Unterschiede, die durch verschiedene Granularitäten bei der Beschriftung der Knoten entstehen. Während die durchschnittlichen Laufzeiten sich nur leicht verändern, sind bei Berücksichtigung von Bezeichnern keine extrem hohen Laufzeiten mehr zu beobachten. Aufgrund des höheren

Potentials für regelbasierte Performanceverbesserungen bei dieser feingranularen Beschriftung, war dieses Ergebnis jedoch ebenfalls zu erwarten.

Um den Einfluss der Größe des Subgraphen auf dessen Suchzeit zu untersuchen, wurde für jeden Suchlauf neben der Laufzeit auch die entsprechende Anzahl Knoten und Kanten protokolliert. Im Anschluss wurde für jede Kollektion von Subgraphen eine multiple Regression durchgeführt, um die Suchzeit durch die Größe des Subgraphen zu erklären. Bestimmtheitsmaße sind jeweils in der letzten Spalte der Tabellen 3 und 4 abgetragen. Die durchweg sehr niedrigen Werte deuten darauf hin, dass die Größe des Subgraphen nur wenig Einfluss auf die Suchzeit hat. In der Tat gab es sowohl sehr große als auch sehr kleine Subgraphen mit geringen Laufzeiten. Um diesen Aspekt weiter zu untersuchen, wurde in einem nächsten Schritt eine manuelle Detailbetrachtung der Subgraphen mit extrem hoher Laufzeit durchgeführt. Dabei handelte es sich um die 17 Subgraphen, deren Suche mit dem ULLMANN-Algorithmus mehr als 1000000 Millisekunden (ca. 16,5 Minuten) dauerte. Sie stammten alle aus der getypten ÖV-Kollektion und hatten 13-18 Knoten sowie 12-17 Kanten, waren also verhältnismäßig groß. Dies deutet darauf hin, dass lange Suchzeiten nur bei großen Subgraphen auftreten, aber eben nicht notwendigerweise.

Kollektion und Algorithmus		Zeit [ms]				Zeit [ms/Modell]				R <sup>2</sup>
		Avg	Std	Min	Max	Avg	Std	Min	Max	
SAP	VF2	770,63	62,91	678	1681	1,28	0,10	1,12	2,78	0,00
	Ull	741,48	73,29	667	1793	1,23	0,12	1,10	2,97	0,00
AdB	VF2	5989,91	221,72	5706	7181	2,72	0,10	2,59	3,26	0,00
	Ull	6020,04	319,79	5672	8057	2,74	0,15	2,58	3,66	0,04
ÖV	VF2	928,19	44,19	884	1297	1,54	0,07	1,46	2,15	0,02
	Ull	957,46	54,82	890	1431	1,59	0,09	1,47	2,37	0,00
HH	VF2	75,87	2,84	74	108	1,40	0,05	1,37	2,00	0,03
	Ull	76,64	11,03	74	260	1,42	0,20	1,37	4,81	0,00

**Tabelle 4: Subgraphisomorphie (Berücksichtigung von Knotentyp und -bezeichner)**

#### 4.4 Ergebnisse zur Suche häufiger Subgraphen

Tabelle 5 stellt die durchschnittlich gemessenen Laufzeiten (Avg) in Millisekunden und die Anzahl gefundener Subgraphen (#S) in getypten und bezeichneten Kollektionen in Abhängigkeit vom Support dar. Fehlende Werte in der Tabelle können auf Grund von mangelndem Heap-Speicherplatz der JVM und dem dadurch bedingten Abbruch des Algorithmus zustande kommen (—) oder aber durch die Tatsache, dass der absolute Support die Anzahl von zwei Modellen ( $\#M < 2$ ) unterschreitet. Die Ergebnisse von *Gaston* sind mit den Ergebnissen von *gSpan* auf ungerichteten Graphen (*gSpan U*) zu vergleichen, da *gSpan* auf gerichteten Graphen (*gSpan G*) den Suchraum schneller einschränken kann. Wie erwartet wächst die Laufzeit mit der Größe der Modellkollektion. Die Anzahl der gefundenen Subgraphen ist für den Fall von gerichteten Graphen (*gSpan G*) meist kleiner, da die Richtung der Kante berücksichtigt wird und Subgraphen mit gleichen Knoten, aber unterschiedlich gerichteten Kanten nicht mehr miteinander assoziiert werden können.

Überraschend ist, dass *gSpan* in den Experimenten mit dem jeweils niedrigsten Support schneller als *Gaston* Ergebnisse liefert. Dies steht im Gegensatz zu anderen empirischen Auswertungen [19,29]. Eine mögliche Erklärung ist, dass beide Algorithmen die potenziellen

Kandidaten für Subgraphen im Verlauf der Suche regelmäßig auf Subgraphisomorphie testen müssen. *gSpan* führt diesen Test immer wieder neu durch, wohingegen *Gaston* alte Bijektionen vorhält, um neue effizienter berechnen zu können. Dies lässt vermuten, dass bei den vielen nur wenige Knoten und Kanten umfassenden Subgraphen in den Kollektionen bei *Gaston* der Effizienzgewinn den Mehraufwand durch das Speichern nicht kompensieren kann. Der Geschwindigkeitsvorsprung von *Gaston* bei hohem Support liegt hingegen an der effizienten Speicherung der Bijektionen, da dort weniger Graphen durchsucht werden müssen und somit weniger gespeichert werden muss. Für den Fall von gerichteten Graphen ist *gSpan* G meist schneller als im ungerichteten Fall. Insbesondere verstärkt sich dieser Effekt für niedrigen Support, bei dem *gSpan* G um bis zu 57% schneller ist als die ungerichtete Variante. Wie bereits erwartet, spiegelt dies den positiven Effekt auf die Laufzeit durch die Einbeziehung der Kantenrichtung wider.

Kollektion und Algorithmus		70%		50%		30%		20%		10%		5%		1%	
		Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S
SAP	Gaston	31	0	42	2	42	4	41	5	43	6	50	15	1.033	2.042
	gSpan U	47	0	32	2	47	4	46	5	47	6	55	15	468	2.042
	gSpan G	41	0	41	2	38	3	47	5	51	8	56	14	443	2.023
AdB	Gaston	144	2	157	3	188	4	240	7	358	13	691	105	—	—
	gSpan U	149	2	148	3	203	4	250	7	352	13	616	105	—	—
	gSpan G	149	2	152	3	185	4	239	7	350	15	587	87	—	—
ÖV	Gaston	44	1	42	1	48	3	53	5	58	5	75	11	10.375	30.948
	gSpan U	47	1	47	1	47	3	55	5	63	5	70	11	5.039	30.948
	gSpan G	45	1	46	1	46	3	55	4	58	5	73	12	5.428	30.337
HH	Gaston	27	2	22	3	26	5	25	6	27	11	102	82	#M<2	#M<2
	gSpan U	24	2	24	3	32	5	24	6	31	11	71	82	#M<2	#M<2
	gSpan G	19	2	20	2	24	5	26	7	27	11	60	76	#M<2	#M<2

**Tabelle 5: Auffinden häufiger Subgraphen (Berücksichtigung von Knotentyp und -bezeichner)**

Kollektion und Algorithmus		70%		50%		30%		20%		10%		5%		1%	
		Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S	Avg	#S
SAP	Gaston	58	3	100	13	149	30	303	52	2.027	144	—	—	—	—
	gSpan U	63	3	101	13	156	30	343	52	1.864	144	—	—	—	—
	gSpan G	72	4	75	7	123	30	150	42	1.137	137	11.710	399	—	—
AdB	Gaston	655	13	1.783	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	gSpan U	733	13	2.239	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	gSpan G	506	8	1.405	40	19.410	275	—	—	—	—	—	—	—	—
ÖV	Gaston	245	18	410	36	894	154	2.064	423	6.190	1.945	—	—	—	—
	gSpan U	226	18	352	36	1.037	154	2.637	423	9.501	1.945	31.964	10.004	—	—
	gSpan G	160	17	283	41	672	146	1.519	401	4.796	1.733	16.464	8.467	—	—
HH	Gaston	55	35	76	79	132	310	210	849	506	4.004	2.795	33.868	#M<2	#M<2
	gSpan U	86	35	93	79	188	310	328	849	858	4.004	3.893	33.868	#M<2	#M<2
	gSpan G	67	39	85	93	148	318	242	780	591	3.570	2.479	27.580	#M<2	#M<2

**Tabelle 6: Auffinden häufiger Subgraphen (Berücksichtigung von Knotentypen)**

Ein anderes Bild zeigt sich hingegen bei den Laufzeiten in getypten Kollektionen, dargestellt in Tabelle 6. *Gaston* ist in den Experimenten mit dem jeweils niedrigsten Support meist schneller als *gSpan* U. Dies liegt daran, dass im Gegensatz zu den getypten und

bezeichneten Kollektionen das Testen auf Subgraphisomorphie durch *gSpan* mehr Rechenzeit in Anspruch nimmt als die Datenhaltung der Bijektionen und deren Erweiterung durch *Gaston*. Die höhere Anzahl an gleichen Beschriftungen erschwert es in diesem Fall, den Suchraum für den Test auf Subgraphisomorphie einzuschränken. Im Allgemeinen liegen die Laufzeiten jedoch über denen der getypten und bezeichneten Kollektionen. Dies erklärt sich zum einen dadurch, dass mehr häufig auftretende Subgraphen vorliegen, zum anderen durch teurere Subgraphisomorphie-Tests während der Suche. Mit einer maximalen Laufzeit von weniger als 32 Sekunden sind jedoch sowohl *gSpan* als auch *Gaston* in der Lage, große Modellkollektionen schnell zu analysieren. Da *Gaston* jedoch nur auf ungerichteten Graphen arbeitet, ist *gSpan* für die Prozessmodellanalyse besser geeignet.

Neben der Laufzeit ist auch der Speicherbedarf der Algorithmen für ihren Einsatz von Bedeutung. Sollen bspw. Subgraphen mit sehr geringem Support gefunden werden, ist eine JVM mit einer Heap-Größe von 1,2 GB nicht mehr ausreichend. Besonders deutlich zeigt sich die Einschränkung in der getypten Kollektion AdB, in der bereits bei einem Support von 20% der Speicher überläuft. Der Speicherbedarf ist bei *Gaston* strikt höher als bei *gSpan*. Dies hängt mit der oben erwähnten Vorhaltung von Bijektionen zusammen.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der strukturellen Analyse von Modellen treten immer wiederkehrende Fragestellungen auf, die auf graphentheoretischen Problemen basieren. Beispiele für derartige Probleme sind die Suche vordefinierter bzw. häufig auftretender Subgraphen. Durch Anwendung aus der Graphentheorie bekannter Algorithmen auf Prozessmodellkollektionen konnte gezeigt werden, dass effiziente Lösungen für diese Probleme implementiert und frei verfügbar vorliegen. Mit Laufzeiten im Millisekunden- bis Sekundenbereich berechnen diese Algorithmen Subgraphen auch auf großen Modellmengen sehr schnell. Methoden zur Modellanalyse können von diesen Ergebnissen profitieren, da die Grundkomplexität der untersuchten Probleme nicht durch komplizierte Eigenentwicklungen abgefangen werden muss. Dies kann sowohl die Entwicklung neuer Ansätze erleichtern als auch die Effizienz bestehender Ansätze verbessern.

In dieser Arbeit wurden ausschließlich Algorithmen betrachtet, die exakte Entsprechungen in Form von Subgraphen berechnen. In vielen Analyseszenarien kann es unter Umständen aber notwendig sein, zu einem gegebenen, zu suchenden Subgraphen ähnliche Strukturen innerhalb der Modelle zu identifizieren. Diese Aufgabe ist in der Graphentheorie als das generellere Problem der Subgraphhomöomorphie bekannt. Zukünftige Forschung wird sich daher einer Laufzeitanalyse entsprechender Algorithmen widmen. Darüber hinaus wird auch eine Untersuchung von Algorithmen angestrebt, die spezielle Eigenschaften von Graphen für eine effiziente Lösung des Iso- bzw. Homöomorphieproblems ausnutzen (vgl. Abschnitt 3). In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu untersuchen, inwiefern Prozessmodelle diese Eigenschaften aufweisen. Darüber hinaus ist zu klären, inwiefern sich die Laufzeiten der Algorithmen auf Modellen anderer Modellierungssprachen ähneln. Vorübergehende Experimente legen die Vermutung nahe, dass die hier vorgestellten Algorithmen auch auf Datenmodellen und Prozessmodellen anderer Modellierungssprachen Subgraphen im (Milli)Sekundenbereich identifizieren können.

## 6 Literatur

- [1] Awad, A; Sakr, S (2010): Querying Graph-Based Repositories of Business Process Models. In Yoshikawa, M; Meng, X; Yumoto, T; Ma, Q; Sun, L; Watanabe, C (Hrsg.), Database Systems for Advanced Applications. Springer, Berlin / Heidelberg, 33-44.
- [2] Becker, J; Schütte, R (2004): Handelsinformationssysteme. 2. Auflage. Redline Wirtschaft bei Verlag Moderne Industrie, Landsberg.
- [3] Beerli, C; Eyal, A; Kamenkovich, S; Milo, T (2008): Querying business processes with BP-QL. Information Systems Journal 33(6):477-507.
- [4] Borgelt, C; Berthold, MR (2002): Mining molecular fragments: finding relevant substructures of molecules. In: Proc. of the IEEE Int.Conf. on Data Mining.
- [5] Cordella, LP; Foggia, P; Sansone, C; Vento, M (1999): Performance Evaluation of the VF Graph Matching Algorithm. In: Proc. of the 10th Int. Conf. on Image Analysis and Processing. Venice , Italy.
- [6] Cordella, LP; Foggia, P; Sansone, C; Vento, M (2004): A (sub)graph isomorphism algorithm for matching large graphs. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence 26(10):1367-1372.
- [7] Curran, T; Keller, G; Ladd, A (1997): SAP R/3 Business Blueprint: Understanding the Business Process Reference Model. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River.
- [8] Delfmann, P; Herwig, S; Lis, Ł (2009): Unified Enterprise Knowledge Representation with Conceptual Models - Capturing Corporate Language in Naming Conventions. In: Proc. of the 30th Int. Conf. on Information Systems. .
- [9] Dongen, BF van; Mendling, J; Aalst, WMP van der (2006): Structural Patterns for Soundness of Business Process Models. Proc. of the 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference :116-128.
- [10] García-Bañuelos, L (2008): Pattern Identification and Classification in the Translation from BPMN to BPEL. In Meersman, R; Tari, Z (Hrsg.), On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008. Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg, 436-444.
- [11] Ghose, A; Koliadis, G (2007): Auditing Business Process Compliance. In Krämer, B; Lin, K-J; Narasimhan, P (Hrsg.), Service-Oriented Computing – ICSOC 2007. Springer, Berlin / Heidelberg, 169-180.
- [12] Huan, J; Wang, W; Prins, J (2003): Efficient mining of frequent subgraphs in the presence of isomorphism. Proc. of the 3rd IEEE Int. Conf. on Data Mining :549-552.
- [13] Keller, G; Teufel, T (1998): SAP R/3 process-oriented implementation: Iterative process prototyping. Addison Wesley Longman, Harlow, England.
- [14] Kuramochi, M; Karypis, G (2001): Frequent Subgraph Discovery. In: Proc.of the IEEE Int. Conf. on Data Mining. San Jose, CA , USA.
- [15] Lingas, A; Sysło, MM (1988): A polynomial-time algorithm for subgraph isomorphism of two-connected series-parallel graphs. In Lepistö, T; Salomaa, A (Hrsg), Automata, Languages and Programming. Springer, Berlin / Heidelberg, 394-409.
- [16] Lipets, V; Vanetik, N; Gudes, E (2009): Subsea: an efficient heuristic algorithm for subgraph isomorphism. Data Mining and Knowledge Discovery 19(3):320-350.

- [17] Momotko, M; Subieta, K (2004): Process Query Language: A Way to Make Workflow Processes More Flexible. *Advances in Databases and Information Systems* 54:306-321.
- [18] Nijssen, S; Kok, JN (2004): Frequent graph mining and its application to molecular databases. In: *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*.
- [19] Nijssen, S; Kok, JN (2006): Frequent Subgraph Miners: Runtimes Don't Say Everything. In: Gärtner, T; Garriga, GC; Meinl, T (Hrsg.), *Proc. of the Int. Workshop on Mining and Learning with Graphs*. Berlin, Germany.
- [20] Ouyang, C; Dumas, M; Hofstede, AHMT; Aalst, WMP van der (2008): Pattern-based Translation of BPMN Process Models to BPEL Web Services. *International Journal of Web Services Research* 5(1):1-21.
- [21] Reijers, HA; Mendling, J; Dijkman, RM (2011): Human and automatic modularizations of process models to enhance their comprehension. *Information Systems Journal* 36(5):881-897.
- [22] Smirnov, S; Weidlich, M; Mendling, J; Weske, M (2009): Action Patterns in Business Process Models. In Baresi, L; Chi, C-H; Suzuki, J (Hrsg.), *Service-Oriented Computing*. Springer, Berlin / Heidelberg, 115-129.
- [23] Thomas, O.; Fellmann, M. (2009): Semantic Process Modeling – Design and Implementation of an Ontology-Based Representation of Business Processes. *Business & Information Systems Engineering* 1(6), 438-451.
- [24] Touré, F; Baïna, K; Benali, K (2008): An Efficient Algorithm for Workflow Graph Structural Verification. In Meersmann, R; Tari, Z (Hrsg.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008*. Springer, Berlin / Heidelberg, 392-408.
- [25] Uba, R; Dumas, M; Garcia-Banuelos, L; Rosa, M La (2011): Clone Detection in Repositories of Business Process Models. Brisbane.
- [26] Ullmann, JR (1976): An Algorithm for Subgraph Isomorphism. *Journal of the ACM* 23(1):31-42.
- [27] Weber, B; Reichert, M; Mendling, J; Reijers, HA (2011): Refactoring large process model repositories. *Computers in Industry* 62(5):467-486.
- [28] Weidlich, M; Polyvyanyy, A; Desai, N; Mendling, J (2010): Process Compliance Measurement Based on Behavioural Profiles. In Pernici, B (Hrsg.), *Advanced Information Systems Engineering*. Springer, Berlin / Heidelberg, 499-514.
- [29] Wörlein, M; Meinl, T; Fischer, I; Philippsen, M (2005): A Quantitative Comparison of the Subgraph Miners MoFa, gSpan, FFSM, and Gaston. In Jorge, AM; Torgo, L; Brazdil, P; Camacho, R; Gama, J (Hrsg.), *Knowledge Discovery in Databases: PKDD 2005*. Springer, Berlin / Heidelberg, 392-403.
- [30] Yan, X; Han, J (2002): gSpan: Graph-based substructure pattern mining. In: *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Data Mining*. Maebashi City, Japan.
- [31] Yan, Z; Dijkman, R; Grefen, P (2010): Fast Business Process Similarity Search with Feature-Based Similarity Estimation. In Meersmann, R; Dillon, T; Herrero, P (Hrsg.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010*. Springer, Berlin, 60-77.



# Empirical Support for the Usefulness of Personalized Process Model Views

**Agnes Koschmider**

Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods  
Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany,  
E-Mail: [agnes.koschmider@kit.edu](mailto:agnes.koschmider@kit.edu)

**Hajo A. Reijers**

School of Industrial Engineering Eindhoven University of Technology, The Netherlands,  
E-Mail: [h.a.reijers@tue.nl](mailto:h.a.reijers@tue.nl)

**Remco Dijman**

School of Industrial Engineering Eindhoven University of Technology, The Netherlands,  
E-Mail: [r.m.dijkman@tue.nl](mailto:r.m.dijkman@tue.nl)

## Abstract

Business process models are a valued asset to support the communication between a range of business professionals. While it has been common to display process models in the same way as they are created, recent approaches support the use of personalized views on such models. This paper presents one of the first empirical studies that demonstrate the importance of model adjustment to end user preferences. In particular, the results suggest that end users can inspect a process model in accordance with their preferred style of granularity (modular or flattened) without any negative effects on their performance in making sense of such a model. This is a valuable result since it allows for a “separation of concerns”, i.e. automatic tools can take over part of the modeler's task with respect to addressing end user needs.

## 1 Introduction

Organizations in a wide range of domains use models of their business processes to foster a cross-departmental understanding of their business operations. Until recently, business process models would normally be used in exactly the same form as their modelers had created and stored these. With the emergence of collaborative modeling suites and digital repositories of process models, this situation is changing. The display of a business processes model may and, according to some, should be attuned to the individual preferences of a model reader. This has led to the development of approaches that provide

personalized views on process models [e.g., 1,22,9]. Despite the notable technical advances, no empirical evidence has been reported on the benefits of personalized visualizations of process models. In other words, it is not known whether a model that is adjusted to the preferences of a particular model reader will be more or less easily readable to her. Arguably, the lack of empirical support for the benefits of personalized process model views forms an obstacle to the further adoption of the supporting techniques. Consequently, process modelers at this point are burdened with contradicting style guidelines and may arguably spend their time on the wrong tasks (e.g. introducing superfluous subprocesses).

In this paper, we tackle this issue by an experimental design. In this design, end users are able to select from a range of semantically equivalent variants the process model that they find most suitable to perform an analysis task. There are indications that the concept of modularity – which allows for different granularity levels of a process model without affecting its meaning – plays a role in the sense-making of very large process models [15]. Because of this insight, we created variants for process models of modest size (in the range of around 25 BPMN process elements). The experiment we designed is developed to address the following questions:

1. Do end users prefer *flattened* process models, i.e. process models where all elements are modeled on the same hierarchical level, over *modular* process models, i.e. process models with subprocesses, to make sense of these?
2. Is an end user's understanding of a process model affected by her preferred model style?

Against this background the remainder of this paper is structured as follows. The following section summarizes related work. Section 3 presents the research design we have developed to confirm our conjectures about the usefulness of personalized process model views. Section 4 summarizes the results of our empirical study. In particular the application of our research results and implications and limitations of this study will be discussed. The paper ends with conclusions and a reflection.

## 2 Related Work

The creation of different views of a process model depends on user preferences, which may be related to how understandable a particular model actually is for a user. It has been noted that factors such as model aspects (such as structural properties or model size), personal factors, model purpose, problem domain, modeling notation, and visual layout all have an impact on understandability [16]. However, empirical support to a wider extent is missing to confirm this. The influence of model aspects such as model size and model structure has been evaluated by [11], who found out that the overall degree of understandability depends among others on model size. In [2], a family of experiments on a set of 18 process models is described, which shows that a higher number of activities in a process model leads to a higher time that is needed to make sense of it. On the basis of empirical analyses, [12] states that it is advisable to decompose a process model if it has more than 50 elements to reduce the risk on errors and improve its understandability. Given this background, general insights seems to exist on factors that affect the understanding of a process model, but evidence is lacking on user preferences with respect to process model composition and understandability. A personalized visualization of process models is not at all the status quo, despite a plethora of approaches that postulate its importance [1,22,9]. For instance, [1] have

already identified that process models should be individually displayed and not in the same way as designed by the modeler and suggested a sound solution for personalization. [17] identified that understandability has a significant effect on the perceived usefulness of a model, in particular that a good understanding of the business process facilitates the identification of requirements on a system that supports such a process. Consequently, understandability may suffer if a process model cannot be adjusted to a modeler's preferences.

To summarize, the empirical insights into personalized business process views that we seek would complement the existing streams of research and potentially increase the value of existing approaches for personalizing the visualization of process models.

### 3 Research Design

To evaluate the usefulness of personalized process model views, we conducted an empirical study. The motivation to conduct it was formed by several observations we made in past experiments and a theoretical background that we built our research design upon. The seven process modeling guidelines in [12] state that it is advisable to decompose a process model if it has more than 50 elements to reduce the risk on errors and improve its understandability. In a blog response<sup>1</sup> to this publication the advice is given to limit the number of activities on any process level to five or ten for the sake of understandability (cf. [19]). As mentioned in the introduction, the concept of modularity in a process model (through the use of subprocesses) appears to have a positive connection with its understandability. We wondered about end users who may have a preference for a process model style in relation to a process model's size? Our considerations resulted in the formulation of the first hypothesis:

*H1: For process models of moderate size, end users do not have a preference for versions with subprocesses over flattened versions.*

In this context, the notion of 'moderate size' relates to a process model with less than 50 process model elements.

To broaden and deepen our considerations about the relationship between process model styles and understandability we considered Ockham's Razor principle that says that "when you have two competing theories that make exactly the same predictions, the simpler one is the better" [3]. Simplicity is inverse to complexity and both terms are perspective notions, which means that they depend on the context of application and the user's prior understanding [5]. Referring to business process models' "simplicity" depends on the same factors, i.e. context of application and user's understanding. Consequently, with respect to different model styles (flattened and modular) we have to study its connection with understandability. Therefore our second hypothesis is:

*H2: Understandability of a process model of moderate size is not affected by the preferred use of a flattened or a modular process model.*

---

<sup>1</sup> See <http://www.brsilver.com/wordpress/2009/12/11/process-modeling-euro-style/>

### 3.1 Empirical Motivation

Over the past years we conducted several empirical studies on business process models, serving different intentions. We gathered within these studies several observations on model size and different process model styles that we wanted to test at some stage. In April 2007, 55 persons with varying modeling experience were asked to fill out a (self-administered) questionnaire. Their task was to select appropriate process model parts that were suitable to complete an editing process model. The process model parts were competitive alternatives, showed different control-flow structures and number of elements. Our observation was that there was no preference for one process model. Instead, modelers selected processes of different model size. Referring to H1 this result would suggest that no preference for a process model's style exist during process re-use. In another empirical study, as conducted in October 2008 [7], 28 graduate and post-graduate students were asked to model a business process on the basis of an informal description of the procedure in use. The participants were given access to a repository of process model parts, and could reuse these model parts to fulfill their modeling task. The model parts varied with respect to the number of model elements (14 to 26). Along with this task, we asked the participants to provide reasons for following up with a model part and the information that they used in this decision making process. Nobody stated as reason for following a process model part the size of the model. The analysis also did not indicate any relationship between process model size and the number of selection of a process model part, nor any relationship between model style (flattened vs. modular) and its selection frequency. Subsequently, we wondered if modelers are indifferent to process model size and process model style.

To provide evidence about these observations and to test the two hypotheses we conducted the empirical study that we will explain next.

### 3.2 Design Setting

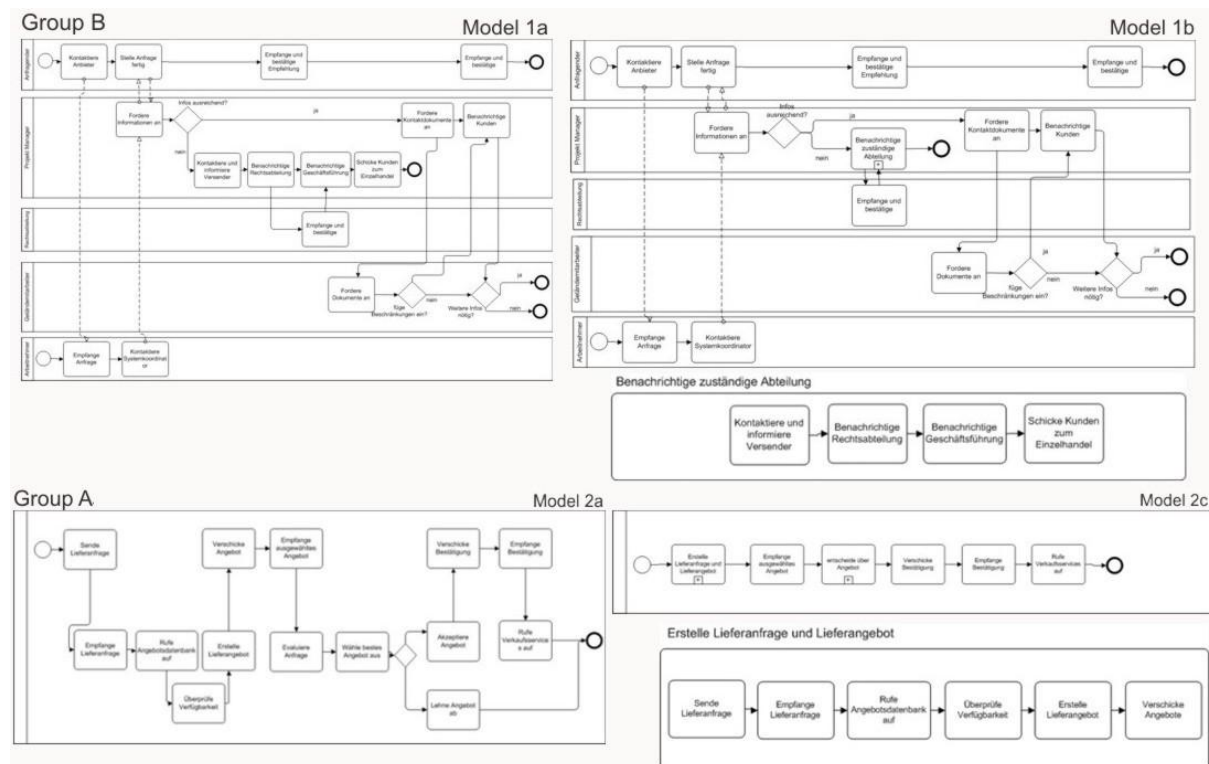
Hypothesis *H1* directly contradicts various practical guidelines that exist, which suggest using subprocesses as soon as process models grow beyond 5-10 process elements. Rather, we contend that a considerable population of end users will prefer to have an aggregated and integrated view of a process model instead of having to browse through different sublevels. Hypothesis *H2* formalizes our conjecture that the task of sense-making of models of moderate size, i.e. below 50 elements, is actually not affected by the use of subprocesses. Our main motivation here is the lack of any significant error rates that are noted in such small models [12].

**Objects.** The objects evaluated by each participant were either 5 or 6 processes modeled in BPMN. The process models varied in the number of elements and the usage of subprocesses. Four process models were selected from practice, for which we derived variants. All process models from practice were flattened models, i.e. having all elements on one level of abstraction. The selection for a process model depended on (1) the number of elements. We selected process models varying in range of process elements, having at least 10 activities (since [19] gave the advice not to use more than 10 activities, we wanted to investigate implications of larger process models); (2) Control-flow constructs: we selected process models with a similar number of process elements but having different control-flows.

The process model variants were created manually by refining activities. Figure 1 shows on the left hand side two original process models and on the right hand side its variants<sup>2</sup>.

**Factors and factor level.** In our study, the use of subprocesses is the considered factor, with as factor level the number of subprocesses used.

**Response variable.** The response variable in our study is the level of understanding that the respondents display with respect to the process models, both in their modularized and flattened form.



**Figure 1: Process Models of the Questionnaire**

**Subjects.** The empirical study that has been conducted took place in the semester of 2010 and involved 39 students. The students either followed a course in Modeling of Business Processes at the Karlsruhe Institute of Technology or in Business Process Modeling at the Cooperative State University Karlsruhe. Three studies [16,6,20] indicate that (advanced) students can serve reasonably well as proxies for process modeling experts. All subjects were educated in BPMN. We provided two types of questionnaires (Group A and Group B) in order to avoid information exchanges between students. We randomly assigned the questionnaires to members. Each member of both groups viewed two flattened process models and the rest were modularized process models. Filling out the questionnaire was voluntary.

**Instrumentation.** The study was conducted in the following way. The participants received all material on paper. They were asked to carry out a similar selection-understanding task twice. This task demanded a selection of one process model variant from a number of

<sup>2</sup> Figure 2c had a second sequential subprocess. Process models from the questionnaire can be downloaded at <http://people.aifb.kit.edu/ako/Questionnaire.pdf>

available alternatives and then to answer a set of multiple choice questions about this variant. In our context, a process model variant contains one process model or a set of related process models. Among the alternatives was always the variant that only contained the original, flattened process model (i.e. without any subprocess). The other variants contained one main process model, which included one or more subprocesses; the content of the subprocesses were provided in separate models that were part of the variant. Group A received three questions for each of their two selection-understanding tasks and could therefore make 6 mistakes at most. Group B received three questions for their first task and two questions for their second task and could make 5 mistakes at most. For instance, one question was to assess the correctness of the statement that “the process is instantiated with one message-receiving event” (the process had two start events and one message-receiving event where any event instantiates the process). By formulating the questions, we made sure that both global and local questions were used because of its importance in making sense of process models with subprocesses versus those that are fully flattened [15]. In the case of a process model with subprocesses, a local question can be answered by observing a single (sub)process model; a global question cannot be answered in this way. Table 1 shows the process model variants that group A and group B received for each task.

Group A				
Task	Sum Elem.	# Elem. 1. Level	# Elem. 1. Subprocess	# Elem. 2. Subprocess
1a	20	20 (10 activities)	-	-
1b	21	16 (7 activities)	5 (4 activities)	-
2a	17	17 (14 activities)	-	-
2b	17	13 (11 activities)	4 (4 activities)	-
2c	18	8 (6 activities)	6 (6 activities)	4 (4 activities)
Group B				
1a	24	24 (15 activities)	-	-
1b	25	21 (12 activities)	4 (4 activities)	-
2a	20	20 (13 activities)	-	-
2b	23	13 (8 activities)	10 (6 activities)	-
2c	25	15 (8 activities)	10 (6 activities)	-
2d	25	11 (6 activities)	14 (9 activities)	-

**Table 1: Number of Elements for Tasks of Group A and B**

For both groups, model variant 1a was the original, flat version depicting a real process. Alternative 1b, by contrast, contained one process model that included a single subprocess and a separate model detailing that subprocess. For both groups, model variant 2a once again represented an original, flat model of a real business process. For group A, the distinction between variants 2b and 2c is the number of subprocesses used in the main model, which respectively amounted to 1 and 2. Note that for group B, there are three alternatives to the original process model with the same factor level, i.e. exactly one subprocess. As will be explained in the results section, these similar versions were added to check for the influence of the distribution of activities over the process models belonging to a variant. Altogether, the summed number of process model elements that belong to the same variant ranges between 17 and 25 and the number of BPMN activities between 10 and 15.

**Data collection.** Within this study we obtained the following data: (1) The selection of the process variant for each task and (2) the number of correct and wrong answers provided by each participant per task.

## 4 Results

The questionnaire was answered by 39 graduate students. The duration for answering the questionnaire was about 25 minutes. The students did not receive any incentive. We motivated the students to participate as a good preparation for the exam. Table 2 shows the frequency of selected process variants and the average mistake rate. Since the number of questions is not the same for all tasks, the percentage of mistakes against the number of questions is also shown. The first three columns refer to selections of group A and the last three columns to selections of group B. Note that three members did not answer question 2. The number of subprocesses and elements per process model can be found in Table 1.

Group A			Group B		
Task	Freq. Selection	Avg. Mistakes	Task	Freq. Selection	Avg. Mistakes
1a	12	0.667 (22%)	1a	14	1.000 (33%)
1b	5	0.400 (13%)	1b	8	0.875 (29%)
2a	9	0.667 (22%)	2a	8	1.000 (50%)
2b	1	0.000 (0%)	2b	4	0.500 (25%)
2c	6	0.333 (11%)	2c	2	1.000 (50%)
			2d	6	0.500 (25%)

**Table 2: Frequency of Selection and Average Number of Mistakes.**

If we consider the preferences of groups A and B for the process model variants they wish to use for answering the model questions, the following is visible. For the first task, both groups seem to prefer the flattened, integral model (1a) over the variant that contains a process model with one subprocess (1b). Approximately, the ratio of people selecting variant 1a versus 1b is 2:1, which seems to strongly support H1. In other words, modular models are not at all preferred. Furthermore, no strong preference for modular process models is apparent for the second task. Here, the participants of group A actually display a U-shaped distribution of preferences, with 9 participants (56%) selecting the flattened model (2a) and 6 of them (38%) the process model with two subprocesses (2c). If we consider group B, it should first be recalled that variants 2b, 2c, and 2d all contain one subprocess. Then, 8 participants of this group (40%) prefer the flattened, integral model (2a) and 12 participants (60%) a variant with one subprocess (2b, 2c, and 2d). When considering all results for the selection part of the task, a slight preference for flattened models seem to exist: Of the 75 decisions in total, the flattened version was selected 43 times and a process model with at least one subprocess was selected 32 times. In our view, these results do not support the view that process models with subprocesses are preferred. Hence we accept H1: For process models of moderate size, end users do not have a preference for versions with subprocesses over flattened versions.

To investigate H2, we analyzed the rates of mistakes between the participants that used different variants for each task. Since the distribution of the number of mistakes is not normally distributed, we applied the non-parametric Mann-Whitney (in the case of two variants) and Kruskal-Wallis tests (in case of more variants) to detect any significant difference in the performance of participants using different models [18]. The resulting p-values are shown in Table 3. Since all the p-values well exceed the threshold of 0.05 (using a confidence level of 95%) no significant differences can be observed. Note that for the second selection understanding task of each group, we both checked for performance differences across all available variants (e.g. for group A between variants 2a, 2b, and 2c)

and for differences between using a flattened or non-flattened process model, which disregards the actual number of subprocesses (e.g. for group A between variant 2a on the one hand and variants 2b and 2c combined on the other). Finally, we also checked for the second modeling selection-understanding task of group B whether differences could be detected between variants 2b, 2c and 2d. The variants have the same factor level (one subprocess) but a different distribution of activities over the models. Given the p-value of 0.446, this does not indicate a different performance between the groups.

Group A	Task	p-value	Group B	Task	p-value
	1a vs. 1b	0.677		1a vs. 1b	0.738
	2a vs. 2b vs. 2c	0.446		2a vs. 2b vs. 2c vs. 2d	0.406
	2a vs. (2b + 2c)	0.278		2a vs. (2b + 2c + 2d)	0.201
				2b vs. 2c vs. 2d	0.446

**Table 3: P-values for Tasks of Group A and Group B**

Overall, the results for the sense-making part of the task give some reassurance that the actual distribution of the activities over the levels does not play a significant role. Given these results, we feel confident to accept H2: Understandability of a process model of moderate size is not affected by the preferred use of a flattened or a modular process model.

## 5 Discussion

In this section, we put the results of our study in a wider perspective. First of all, we will discuss the implications for research and practice, after which we will describe the limitations of our research.

### 5.1 Implications

Our results suggest that modelers during the creation of process models can be relieved from some concerns. In particular, the decision for the best level of granularity that can be used to understand a process model can be shifted to end users. This insight has implications for two streams of research: (1) process model size and (2) personalized process views.

**Process model size.** An inappropriate threshold for model size is counterproductive. A threshold that is too low will burden process modelers with unnecessary efforts to decompose process models, while a threshold that is too high potentially leads to models which are hard to understand. Also, it is noteworthy that size has not been shown to be related to the quality of other types of conceptual models. In [15], a study is reported where no evidence is found that the size of a diagram in terms of number of entities (of an ER diagram) affects understandability. As a result, uncertainty has continued to exist about, for example, the appropriate use of subprocesses in process models and a proper threshold for model size. Our study results resolve this issue for process models of moderate size by turning away the attention of process model granularity at design time and moving it to the personal preferences of end users.

**Personalized process views.** The empirical results reported in this paper are in line with approaches for personalized visualization on models [1,22,9]. These approaches assume that personalized views are essential, but no empirical evidence exists for this. Our study



supports the usefulness of personalized visualization options and encourages their wider study. In particular, since we have only considered options to influence the granularity, it may be of interest to investigate further options for personalization:

- *Process element labeling.* Process elements can be labeled using verb-object or action-noun styles. The activity labeling can be (semi-)automatically detected [14] and transformed into the preferred labeling style.
- *Colors of process elements.* Usually, the colors of process elements are predetermined (e.g., green and purple tones for EPCs). The preferences for colors may vary per user. For instance, some users want to highlight the output of a process model in red. The preference for a style can be determined using pattern recognition.
- *Usage of icons instead of graphical elements.* The activity of a process model can be replaced or extended with a pictogram (e.g., a person working with a computer denotes the activity “enter data into database”). The preference of users can be detected using machine-learning techniques.
- *Alignment of elements.* The alignment is predefined for process modeling languages. E.g., EPCs are modeled top-to-bottom, while the BPMN specification recommends modeling either left-to-right or top-to-bottom. One can imagine user preferences for more hybrid lay-outing of the process models.

## 5.2 Application of research results for process modularization

The results show that the use of modularization in this case does not help to improve understandability. However, provided it is done right, modularization should help to reduce the complexity of process models (and thus improve understandability) in the following three ways. Modular process models of modest size should have:

1. a lower number of process elements per (sub)process;
2. a high interconnectedness between elements from the same (sub)process; and
3. a low interconnectedness between elements from different (sub)processes.

These properties help to reduce complexity and improve understandability as follows. Having a lower number of process elements per (sub)process, helps to maintain an overview. Having a high interconnectedness between elements from the same process, while having a low interconnectedness between elements from different processes, helps to keep each (sub)process self-contained. Therewith it is understandable as a single unit. The latter two criteria are also frequently used in modularizing software design, often in relation to the notions of cohesion and coupling. There exist metrics to determine the extent to which these criteria are met with the modularization of a process [15]. Table 4 shows these metrics as they are applied to the process models from the experimental setup. The connectivity (Conn) is the number of arcs divided by the number of process model elements. A decrease in this number means that there are less interconnections between process models elements, thus leading to a more understandable model. The density (Dens) is the number of arcs in a subprocess divided by the (hypothetical) maximum number of arcs, which is  $n \cdot (n-1)/2$ , where  $n$  is the number of elements in the subprocess. An increase in density means that there is a relative increase in the interconnectedness between elements from the same (sub)process. The average connection degree (Conndeg) is the average number of input or output arcs per

process model element. Similar to the connectivity, a decrease in this number means that there are less interconnections.

Group A				Group B			
Process	Conn	Dens	Conndeg	Process	Conn	Dens	Conndeg
1a	1.15	0.12	1.13	1a	1.17 1.04	0.10 0.12	1.15
1b	1.10	0.18	1.07	1b			1.06
2a	1.00	0.13	1.00	2a	1.10 1.04	0.12 0.20	1.08
2b	0.88	0.18	0.88	2b	1.20 1.12	0.20 0.28	1.02
2c	0.83	0.31	0.83	2c			1.18
				2d			1.10

**Table 4: Complexity of the (modularized) process models**

The table shows that for the modularized process models, both the connectivity and the average connection degree decrease, while the density increases. Only for the processes 2c and 2d in group B, there is a slight increase in the connectivity and average connection degree. Table 1 shows that the number of process model elements per process also decreases for the modularized process models. This provides evidence that the modularization indeed reduces the complexity of the process models according to the three criteria presented above. Interestingly, although these results show a decrease in complexity, the understandability of the models does not improve significantly. This further supports our hypothesis that personal preference is a (more) important factor for understandability than modularization. An alternative explanation for this phenomenon, however, is that the criteria that are commonly used for good modularization, as they are explained above, are not adequate. In other words: there is a possibility that our models are not modularized in the right way and that the modularization of the models does not improve understandability for that reason. This alternative explanation is also supported by an earlier study [15], in which we did not find a clear relationship between modularization and understandability.

### 5.3 Limitations

Only a number of 39 participants were involved in this study. The involvement of students always raises discussions about the external validity of the results. Clearly, the usage of students instead of practitioners has advantages because it allows to easier control human factors (e.g., training, technical modeling skills) that impact user attributes [10,21]. Several experiments have investigated the similarities and differences of responses between industry people and students [6,20] and justified the usage of students for empirical studies instead of professional workers. Our considerations are based upon results that were obtained from empirical studies where participants had varying levels of modeling experience (see Section 3.2).

## 6 Conclusion

On the basis of an empirical study that is presented in this paper, a main result is that modelers do not seem to have a preference for a process model with subprocesses over flattened process models. This result should be interpreted in a setting where the model comprises some 20 process elements. This finding contradicts various practical guidelines that already prescribe the use of subprocesses for smaller process models. An implication of

this result is that process modelers should not feel burdened to apply subprocesses on process model levels that contain a range of 20 elements. Another main result is that the level of understanding that different end-users can distill from a process model is similar when it is displayed in accordance with their preferred visualization style. In other words, a preference for a process model with or without subprocesses does not affect one's understanding. The finding makes a strong case for the use of personalized model views and the uptake of available approaches in this field. In the reported follow-up analysis, we noted a decrease of complexity of the process models due to the use of subprocess but without a notable effect on their understandability. This further supports our hypothesis that personal preference is a (more) important factor for understandability than modularization. With respect to the subject of sense-making of process models, we see that a range of research opportunities still exist. The impact of personal characteristics on the one hand and the secondary notation of a process model on the other (e.g. process model lay-out) are notable factors that require further investigation. For the future, we would be happy to see works aiming to resolve contradictory modeling guidance and to transfer insights from BPM research to practice. Considering empirical business process research, the results presented in this paper can further contribute to the understanding of the act of business process modeling. For modelers these results are valuable and generally leave room for attuning their models to end user needs without influencing their resulting comprehension efforts. Besides personalized visualization of process models, our empirical findings can be further exploited. In the context of business process model abstraction [13] firmer insights into the impact of modeling style should offer different types of abstraction (depending on users' preferences) and a less restrictive abstraction of process elements (e.g., also an abstraction with up to 25 elements does in the end not affect understandability). Finally, in the context of process modeling support tools (e.g., tools suggesting process model parts that are suitable to complete a model [8]), one can imagine the recommendation based upon personalized process model views. A recommended process model can be displayed with respect to a user's preferences.

## 7 References

- [1] Bobrik, R., Reichert, M., Bauer, T. (2007): View-based process visualization. In: 5th International Conference on Business Process Management. Volume 4714 of Lecture Notes in Computer Science, 88-95.
- [2] Canfora, G., Garcia, F., Piattini, M., Ruiz, F., Visaggio, C.A. (2005): A family of experiments to validate metrics for software process models. *J. Syst. Softw.* 77(2): 113-129.
- [3] Dubin, R. (1978): *Theory Building*. The Free Press.
- [4] Genero, M., Poels, G., Piattini, M. (2008): Defining and validating metrics for assessing the understandability of entity-relationship diagrams. *DKE*. 64(3): 534-557.
- [5] Gernert, D. (2007): Ockham's razor and its improper use. *Journal of Scientific Exploration* 21(1): 135-140.
- [6] Höst, M., Regnell, B., Wohlin, C. (2000): Using students as subjects-a comparative study of students and professionals in lead-time impact assessment. *Empirical Software Engineering*. 5(3): 201-214.

- [7] Koschmider, A., Hornung, T., Oberweis, A. (2011): Recommendation-based editor for business process modeling. *Data & Knowledge Engineering*, 70 (6): 483-503.
- [8] Koschmider, A., Song, M., Reijers, H.A. (2010): Social software for business process modeling. *Journal of Information Technology* (25): 308-322.
- [9] Leoni, M., Aalst, W.M., Hofstede, A.H. (2008): Visual support for work assignment in process-aware information systems. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Business Process Management*, 67-83.
- [10] Maes, A., Poels, G. (2007): Evaluating quality of conceptual modelling scripts based on user perceptions. *Data Knowl. Eng.* 63(3): 701-724.
- [11] Melcher, J., Mendling, J., Reijers, H.A., Seese, D. (2009): On measuring the understandability of process models. In: *Business Process Management Workshops. Lecture Notes in Business Information Processing*, Ulm, 41-52.
- [12] Mendling, J., Reijers, H.A., van der Aalst, W.M.P. (2010): Seven process modeling guidelines (7pmg). *Information & Software Technology* 52(2): 127-136.
- [13] Polyvyanyy, A., Smirnov, S., Weske, M. (2009): The triconnected abstraction of process models. In: *7th International Conference on Business Process Management. Volume 5701 of Lecture Notes in Computer Science*, 229-244.
- [14] Recker, J., Dreiling, A. (2007): Does it matter which process modelling language we teach or use? an experimental study on understanding process modelling languages without formal education. In: *18th Australasian Conference on Information Systems*.
- [15] Reijers, H.A., Mendling, J. (2008): Modularity in process models: Review and effects. In: *6th International Conference on Business Process Management. Volume 5240 of Lecture Notes in Computer Science.*, 20-35.
- [16] Reijers, H.A., Mendling, J. (2010): A study into the factors that influence the understandability of business process models. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, IEEE Transactions on PP(99): 1-14.
- [17] Rittgen, P. (2010): Quality and perceived usefulness of process models. In: *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, 65-72.
- [18] Siegel, S., Castellan, N.J. (1988): *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. 2nd edn. McGraw Hill.
- [19] Silver, B. (2009): *BPMN Method and Style: A levels-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0*. Cody-Cassidy Press.
- [20] Svahnberg, M., Aurum, A., Wohlin, C. (2008): Using students as subjects -an empirical evaluation. In: *Proceedings of the Second ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, New York, 288-290.
- [21] Topi, H., Ramesh, V. (2002): Human factors research on data modeling: A review of prior research, an extended framework and future research directions. *Journal Database Manag.* 13(2): 3-19.
- [22] Zhao, X., Liu, C., Sadiq, W., Kowalkiewicz, M. (2008): Process view derivation and composition in a dynamic collaboration environment. In: *Proceedings of the OTM 2008 Confederated International Conferences, Part I*, 82-99.

# Konzeptuelle Modellierung partieller SOA

**Andree Teusch**

Universität Bamberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insb. Systementwicklung und Datenbankanwendung, 96052 Bamberg,  
E-Mail: andree.teusch@uni-bamberg.de

**Elmar J. Sinz**

Universität Bamberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insb. Systementwicklung und Datenbankanwendung, 96052 Bamberg,  
E-Mail: elmar.sinz@uni-bamberg.de

## Abstract

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur konzeptuellen Modellierung partieller SOA anhand des Aufgabenmodells begründet. Das Aufgabenmodell zeigt, wie Choreografie / Orchestrierung aus der Außensicht / Innensicht von Aufgaben ableitbar sind, wie sich Arten von Services anhand der Trennung zwischen Aufgabenobjekt und Lösungsverfahren unterscheiden lassen und wie sich generell Schnittstellen zwischen partieller SOA und dem Rest der Anwendungssysteme systematisch ableiten lassen. Die Entwicklung partieller SOA wird damit zu einer mehrere Ebenen umfassenden konzeptuellen Modellierung. Die Anwendung verdeutlicht eine Fallstudie, bevor vor dem Hintergrund des Standes der Literatur eine kurze Diskussion des Modellierungsansatzes stattfindet.

## 1 Einführung

Sofern in einem Unternehmen nur bestimmte Bereiche gemäß dem Prinzip der service-orientierten Architektur (SOA) realisiert werden, während andere Bereiche durch herkömmliche Anwendungssysteme (AwS) unterstützt werden, liegt eine partielle SOA vor. Primäres Ziel für eine partielle SOA ist zumeist, das Potential für eine Veränderung im Inneren des Systems oder in seiner Umwelt durch zielorientierte Anpassung seines Verhaltens oder seiner Struktur zu erhöhen, kurz die Flexibilität [2] zu steigern.

Ein Beispiel aus der Domäne Projektstellenbesetzung ist, dass die Bereiche *Personalbesetzung* und *Mitarbeiterqualifizierung* auf Aufgabenebene z. T. oft die Leistungen wechselnder externer Dienstleister einbeziehen und somit auf Aufgabenträgerebene aufgrund ständig wechselnder Anforderungen und Lösungsalternativen hohen Flexibilitätserfordernissen ausgesetzt sind. Die Bereiche *Personal-* und Fortbildungswesen hingegen

werden aufgrund deutlich geringerer Flexibilitätsbedarfe durch tradierte Human-Resource- und Learning-Managementsysteme betrieben.

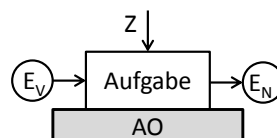
Die Abgrenzung von SOA an betrieblichen Objekten und die modellgetriebene Entwicklung von SOA rücken das Thema in den Bereich der konzeptuellen Modellierung. Der Ansatz zum fachlichen Entwurf partieller SOA auf der Grundlage von Geschäftsprozessmodellen wurde bereits in [17] veröffentlicht. Im Folgenden steht die Begründung des Modellierungsansatzes im Vordergrund. Hierbei werden erläutert und veranschaulicht, wie anhand des Modells der *Aufgabe* sowohl die Spezifikation von Geschäftsprozessmodellen, als auch die Spezifikation der diese Geschäftsprozessmodelle unterstützenden und partiell serviceorientierten Anwendungssysteme hergeleitet werden können.

Zum Aufbau des Papiers: Der Modellierungsansatz wird im nächsten Abschnitt 2 ausgehend vom Modell der Aufgabe aus Außensicht vorgestellt. Dadurch wird der Bereich einer partiellen SOA abgesteckt. Durch den Perspektivenwechsel zur Innensicht des Modells der Aufgabe wird dann auf die spezifische SOA-Realisierung Bezug genommen und diese wird modellgetrieben abgeleitet. Abschnitt 3 wendet den Modellierungsansatz auf ein Beispiel aus der Personalwirtschaft an. Der Stand der Literatur wird in Abschnitt 4 betrachtet, um dann in Abschnitt 5 Vor- und Nachteile, Erweiterungen und Restriktionen des Modellierungsansatzes diskutieren zu können.

## 2 Vom Aufgabenmodell zur SOA

Der Begriff *Aufgabe* ist einer der grundlegendsten der Wirtschaftsinformatik. Alles zweckbezogene menschliche Handeln findet in Aufgaben statt ([16], S. 43). Das betriebliche Informationssystem mit seinen wesentlichen abzustimmenden Komponenten wurde als Mensch-Aufgabe-Technik-System erkannt ([13], S. 173). Durch Gleichsetzung von Mensch und Technik im Rang wurde daraus das betriebliche Informationssystem mit Aufgabenebene (Aufgabe) und Aufgabenträgerebene (Mensch und Maschine) ([10], S. 2 ff.).

Aus Außensicht betrachtet, lässt sich eine Aufgabe durch ein Aufgabenobjekt (AO), ein Ziel (Z) sowie durch Vor- ( $E_V$ ) und Nachereignisse ( $E_N$ ) beschreiben. Letztere lösen eine Aufgabendurchführung aus bzw. resultieren aus der Aufgabendurchführung (Bild 1) ([10], S. 96). Z geben gewünschte Ausprägungen von AO an. Ein Beispiel aus der Personalwirtschaft ist: AO ist die Menge der vorhandenen Qualifikationen, Z die Ausrichtung der Qualifikationen an zukünftigen Projekten.

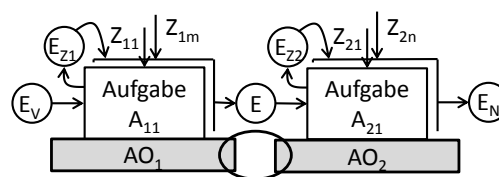


**Bild 1:** Außensicht auf eine betriebliche Aufgabe

Die explizite Berücksichtigung des AOs einer Aufgabe macht das Aufgabenmodell zu einer geeigneten Basis zur Ableitung von SOA und führt zu einer Abgrenzung gegenüber anderen SOA-Ansätzen, bei denen die den Services zugrundeliegenden Datenobjekte und ihre Beziehungen i. d. R. unberücksichtigt bleiben. Weshalb die Betrachtung von AO bei der fachlichen Ableitung von SOA relevant ist und wie SOA auf Basis des Aufgabenmodells

abgeleitet werden können lässt sich anhand des Zusammenspiels betrieblicher Aufgaben erklären: Normalerweise ist eine initiale Aufgabe zu groß, um das betriebliche Geschehen hinreichend detailliert beschreiben zu können. Aus diesem Grund wird sie zerlegt. Hierfür bestehen zwei Möglichkeiten: Bei einer Untergliederung nach dem Verrichtungsprinzip werden verwandte Arbeitsabläufe an unterschiedlichen Objekten zusammengefasst, während bei einer Untergliederung nach dem Objektprinzip betriebliche Objekte abgegrenzt werden, die dann um die zugehörigen Arbeitsabläufe ergänzt werden ([10], S. 72 f.).

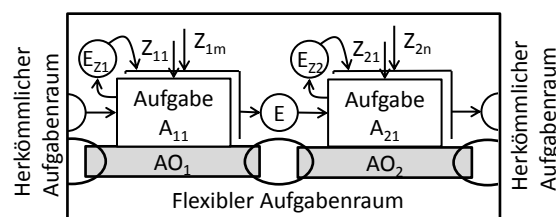
Mit Blick auf die Dominanz der betrieblichen Objekte im Vergleich zu den eher volatilen Verrichtungen wird das Objektprinzip gewählt. Das Aufgabenobjekt AO wird in die beiden Aufgabenobjekte  $AO_1$  und  $AO_2$  zerlegt. Anschließend wird Z in die Zielgruppen  $\{Z_{11}, \dots, Z_{1m}\}$  und  $\{Z_{21}, \dots, Z_{2n}\}$  und korrespondierend in die Aufgaben  $\{A_{11}, \dots, A_{1m}\}$  und  $\{A_{21}, \dots, A_{2n}\}$  zerlegt (Bild 2).



**Bild 2: Aufgabenzerlegung nach dem Objektprinzip**

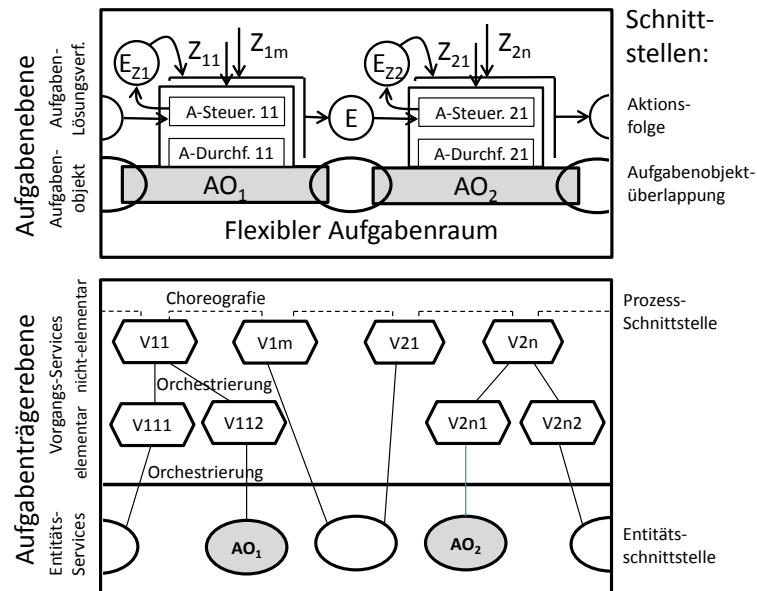
Zwei Aufgaben, die hintereinander ablaufen, sind entweder auf dem gleichen Aufgabenobjekt definiert und tauschen darüber ihre Argumente aus (Aufgaben  $A_{11}$  und  $A_{1m}$  auf Aufgabenobjekt  $AO_1$ , Ereignis  $E_{21}$ ) oder auf unterschiedlichen Aufgabenobjekten und tauschen über die Überlappung der Aufgabenobjekte ihre Argumente aus (Aufgabe  $A_{1m}$  auf Aufgabenobjekt  $AO_1$ ,  $A_{21}$  auf  $AO_2$ , Ereignis  $E$ ). Damit werden gleichzeitig mit der Zerlegung von AO Schnittstellen zwischen  $AO_1$  und  $AO_2$  sichtbar ([10], S. 632f). Es gilt generell  $AO = AO_1 \cup AO_2$  und  $AO_1 \cap AO_2 \neq \emptyset$ . Das bedeutet, dass bestimmte Attribute in abgestimmter Form in beiden Teilaufgabenobjekten vorkommen werden. Überlappungen bei den Zerlegungsprodukten von Z werden ebenfalls in Kauf genommen. Sie führen zu Überlappungen bei den Lösungsverfahren und sind ein Preis für die nachrangige Zerlegung von Zielen. Das Nach- / Vorereignis E markiert den Übergang zwischen den beiden Aufgabendurchführungen.

Da nicht für das gesamte Aufgabensystem ein hoher Flexibilitätsbedarf unterstellt werden soll, ergeben sich ein *flexibler Aufgabenraum*, ein *herkömmlicher Aufgabenraum* und Schnittstellen dazwischen (Bild 3). Diese Abgrenzung kann erst ab einer Zerlegungsstufe erfolgen, ab der jedes Zerlegungsprodukt in genau einem der beiden Aufgabenräume enthalten ist. Bezüglich der Schnittstellen kann nur über die im flexiblen Aufgabenraum enthaltenen Teile etwas ausgesagt werden, es gilt  $AO_1 \cup AO_2 \subseteq AO$ .



**Bild 3: Abgrenzung der Aufgabenräume**

An dieser Stelle kann nun auf die Realisierung der Aufgaben übergegangen werden. Dies erfordert eine Betrachtung der Innensicht der Aufgabenebene (Bild 4) ([10], S. 97). Die Lösungsverfahren der Aufgaben enthalten eine Aktionendurchführung und eine Aktionensteuerung. Zusätzlich wird eine Aufgabenträgerebene angefügt, die auf die gewählte Form der service-orientierten Architektur Bezug nimmt. Die Aufgabenträgerebene stellt die Lösungsverfahren für die Aufgaben zur Verfügung.

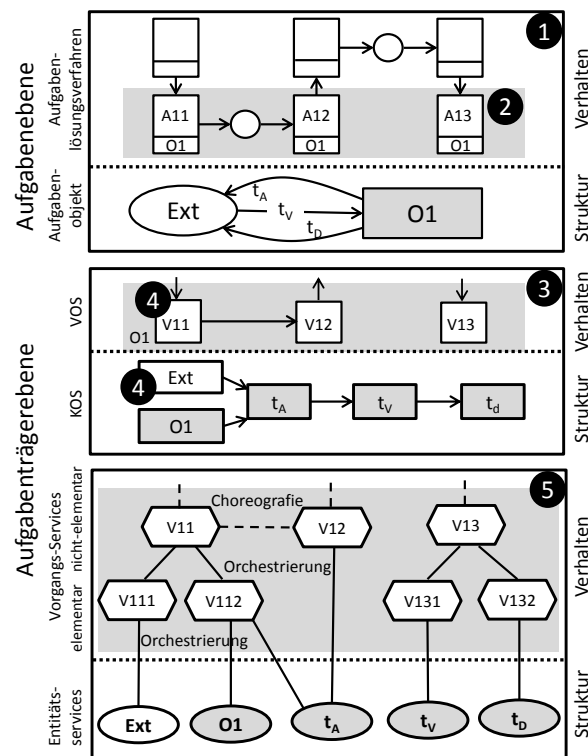


**Bild 4: Aufgaben- und Aufgabenträgerebene**

Geeignete Prinzipien zur Koordination der Lösungsverfahren sind die hierarchische und nicht-hierarchische Koordination ([10], S. 67 ff.). Diese Prinzipien finden sich auch in einer SOA wieder: Der hierarchisch koordinierte Kontrollfluss entspricht hier einer Orchestrierung, während der dezentrale Nachrichtenaustausch beteiligter Objekte nicht-hierarchisch in Form einer Choreografie durchgeführt wird [20]. Da die Aufgaben  $A_{1m}$  und  $A_{21}$  aus Außensicht autonom sind, kommt für die Koordination der Lösungsverfahren  $V_{1m}$  und  $V_{21}$  nur die *Choreografie* in Frage. Etwas anderes ist die Koordination der Teil-Lösungsverfahren, die auch auf dem Wege der *Orchestrierung* erfolgen kann. Der Zugriff auf ein Aufgabenobjekt erfolgt durch die Aktionen, welche in Form von entsprechenden Schnittstellen bereitgestellt werden.

An dieser Stelle soll der Ansatz für umfangreichere Schemata handhabbar gemacht werden (Bild 5). Hierzu dient der SOM-Ansatz (Semantisches Objektmodell) ([10], S. 192 ff.), der auf der Aufgabenmetapher beruht und die Aufgabenobjekte in Form eines Interaktionsschemas (IAS), die Lösungsverfahren der Aufgaben (Aktionensteuerung und -durchführung) durch ein Vorgangs-Ereignis-Schema (VES) beschreibt. Die Ableitung der Serviceidentifikation erfolgt jedoch indirekt. Aus den beiden Darstellungen lassen sich ein Konzeptuelles Objektschema (KOS) und ein Vorgangs-Objektschemas (VOS) ableiten, die dann die Grundlage für die Serviceidentifikation bilden.



**Bild 5: Modellgetriebene Zerlegung**

Damit lassen sich die in [17] eingeführten und in Tabelle 1 gezeigten fünf Schritte des Modellierungsansatzes greifbar darstellen:

Schritt	Aktivität	Bemerkung
1	SOM-GP-Modell	Modellierung IAS / VES. Die Ermittlung der Flexibilitätsbedarfe für die einzelnen Bereiche des GPs geht dem Ansatz voraus.
2	Abgrenzung des SOM-GP-Modells / Kartierung der umgebenden AwS	Mapping der im GP-Modell abgrenzbaren flexiblen und herkömmlichen Aufgabenräume auf einzelne AwS. Alle Aufgaben eines betrieblichen Objekts werden durch genau ein AwS automatisiert, ein AwS kann umgekehrt mehrere betriebliche Objekte unterstützen. Hierdurch lassen sich die fachlichen Beziehungen zwischen AwSen vollständig aus dem GP-Modell heraus erklären.
3	Fachliche Spezifikation der SOA	Spezifikation VOS / KOS für die SOA. Grundlage für die modellgetriebene Ableitung der Ergebnisse von Schritt 4 und 5.
4	Externe Schnittstellen des SOA-AwS	Spezifikation der erforderlichen externen Prozessschnittstellen in Form von Vorgangs-Services (Basis der Ableitung: VOS). Identifikation und Ableitung von aufgrund überlappender Aufgabenobjekte benötigter Datenschnittstellen in Form von Entitäts-Services (Basis der Ableitung: KOS).
5	Serviceidentifizierung	Spezifikation von Entitäts-Services anhand der im KOS repräsentierten Aufgabenobjekte. Identifizierung elementarer Vorgangs-Services anhand der im VOS berücksichtigten einzelnen betrieblichen Aufgaben. Ableitung nicht-elementarer Vorgangs-Services anhand der Vorgangsnetze betrieblicher Objekte.

**Tabelle 1: Fünf Schritte zum Entwurf partieller SOA**

### 3 Fallstudie

Die Anwendung der fünf Schritte zur modellbasierten Ableitung einer partiellen SOA, ausgehend von einem SOM-GP-Modell, soll im Folgenden anhand eines Fallbeispiels aus der Domäne *Personalwirtschaft* demonstriert werden. Ausgangspunkt hierfür ist die in Bild 6 dargestellte unternehmerische Gesamtaufgabe der Projektstellenbesetzung.

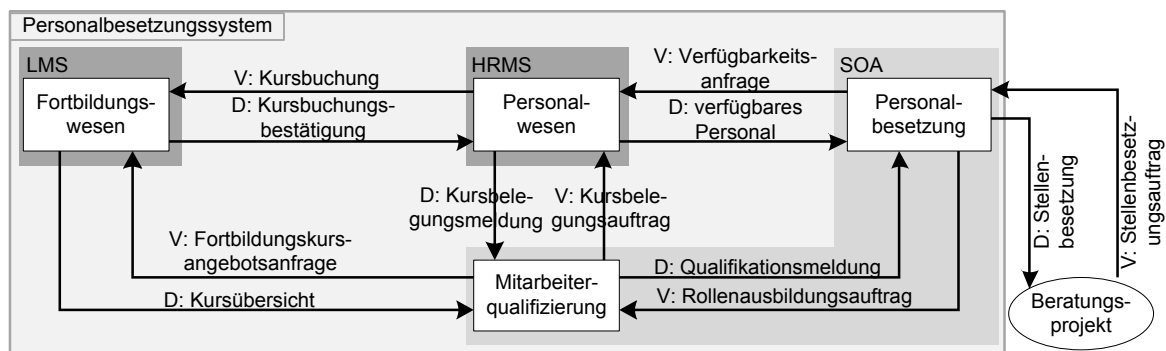


**Bild 6:** Unternehmerische Gesamtaufgabe in Form eines IAS

Leistungsempfänger des Personalbesetzungssystems eines großen Beratungsunternehmens sind spezifische Kundenprojekte des Unternehmens. Die der Gesamtaufgabe zugrundeliegende Leistung besteht in der Besetzung offener Projektrollen auf den Beratungsprojekten mit intern verfügbaren Mitarbeitern (MA). Sofern hierbei ein zur Verfügung stehender MA dem Anforderungsprofil der zu besetzenden Rolle genügt, wird dieser direkt dem anfragenden Projekt zugewiesen. Steht hingegen kein MA zur Verfügung, der das geforderte Anforderungsprofil erfüllt, so wird zunächst ein MA per interner Weiterbildung für die ausgeschriebene Rolle qualifiziert, bevor er dem Projekt zugewiesen wird.

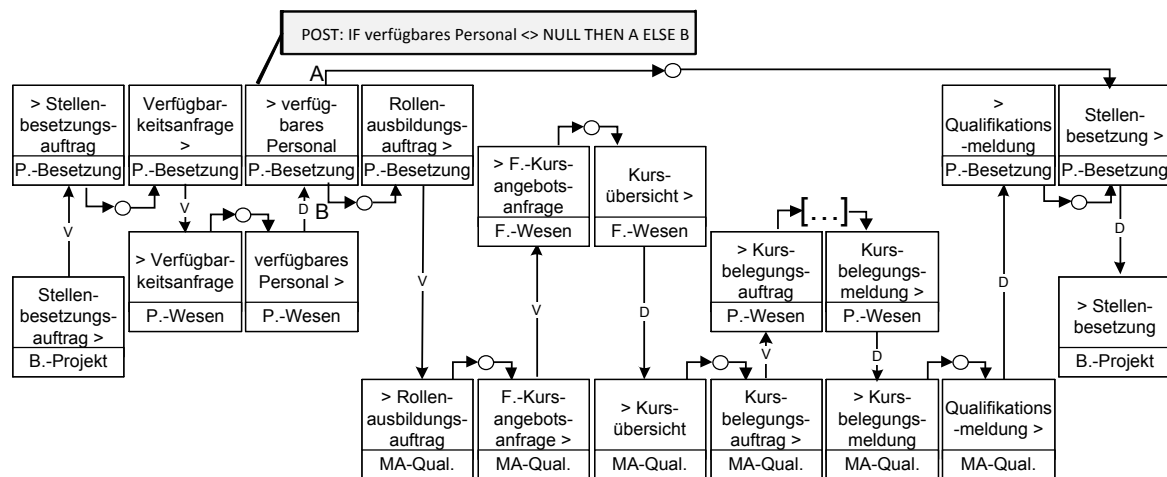
Die Ableitung einer partiellen SOA für das geschilderte Szenario erfolgt anhand der folgenden fünf Schritte:

- (1) Bild 7 stellt die Struktursicht auf den genannten Geschäftsprozess in Form eines IAS dar. Bild 8 zeigt die zugehörige Ablaufsicht in Form eines VES. Beide Diagramme zusammen entsprechen einem SOM-GP-Modell auf detaillierter Zerlegungsstufe.



**Bild 7:** Detaillierte Struktursicht des GPs in Form eines IAS

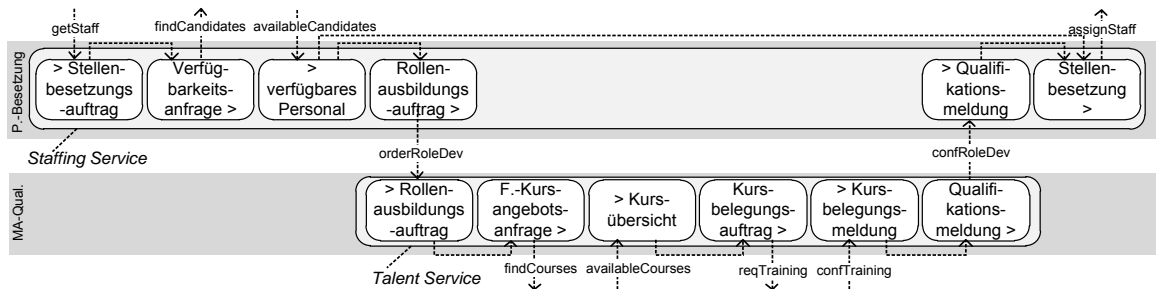
Das IAS in Bild 7 umfasst die objektorientierte Zerlegung der Gesamtaufgabe *Personalbesetzungssystem* in die betrieblichen Objekte *Personalbesetzung*, *Personalwesen*, *Mitarbeiterqualifizierung* und *Fortbildungswesen*. In Bezug auf das AO findet somit eine Zerlegung in vier Teil-AO statt, die Schnittstellen zwischen diesen Teil-AO werden durch betriebliche Transaktionen zwischen den betrieblichen Objekten realisiert. Zur Erbringung der Gesamtaufgabe müssen die betrieblichen Teilaufgaben in Form von Vorgängen ausgeführt und über einen ereignisgesteuerten Ablauf koordiniert werden. Bild 8 zeigt diese Ablaufsicht in Form eines VES.



**Bild 8: Detaillierte Ablaufsicht des GPs in Form eines VES**

Zum Beispiel ist die Aufgabe *>verfügbares Personal* mit einer Post-Condition versehen, aufgrund der es entweder bei der Aufgabe *Stellenbesetzung>* oder bei der Aufgabe *Rollenbesetzungsauftrag>* weiter geht.

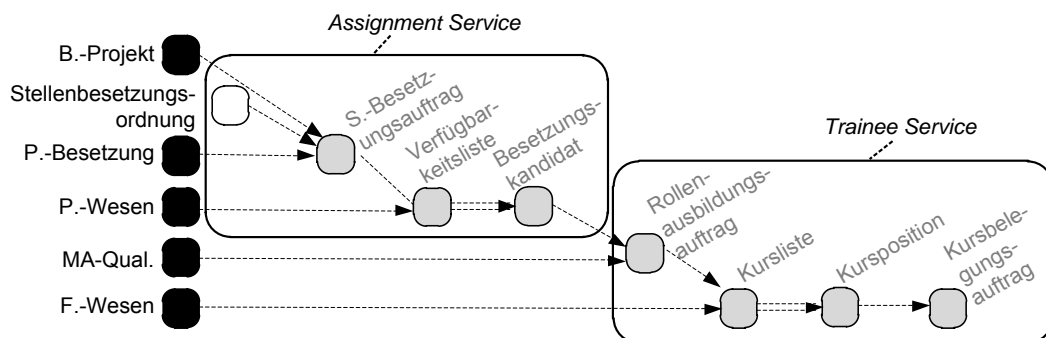
- (2) Zur modellgetriebenen Ableitung einer partiellen SOA ausgehend von einem GP-Modell werden zunächst die Systemgrenzen der SOA festgelegt. Aus Aufgabensicht ist somit der *flexible Aufgabenraum* von dem *herkömmlichen Aufgabenraum* abzugrenzen. Grundlage dieser Abgrenzung seien folgende Annahmen über die IST-Situation im beispielhaft vorliegenden Unternehmen: Die Aufgaben der betrieblichen Objekte *Fortbildungswesen* und *Personalwesen* werden im Unternehmen bereits durch ein existierendes Lern-Managementsystem (LMS) und ein ERP-basiertes Human-Resource-Managementsystem (HRMS) unterstützt. Die zugrundeliegenden Aufgaben werden in Bezug auf den Flexibilitätsbedarf als relativ stabil angesehen, so dass die genannten Systeme weiter betrieben und lediglich mit der SOA gekoppelt werden sollen. Der *Personalbesetzung* und der *Mitarbeiterqualifizierung* hingegen liegt ein hoher Flexibilitätsbedarf zugrunde. So soll die *Personalbesetzung* zukünftig ggf. eine weitere Prozessausführungsvariante bereitstellen, die auch die Stellenbesetzung durch externe Projektmitarbeiter ermöglicht. Die *Mitarbeiterqualifizierung* soll neben Qualifizierungsmaßnahmen über interne Quellen u. U. zukünftig auch externe Weiterbildungsanbieter in den Prozess einbinden, so dass auch hier ggf. eine weitere Ausführungsvariante erforderlich sein wird. Die beschriebenen Annahmen führen zu der in Bild 7 skizzierten Systemabgrenzung und -kartierung: *Personalbesetzung* und *Mitarbeiterqualifizierung* bilden den *flexiblen Aufgabenraum* und sollen durch eine zu entwickelnde SOA unterstützt werden. Der *herkömmliche Aufgabenraum* umfasst *Fortbildungs-* und *Personalwesen*, welche auf Aufgabenträgerebene durch bestehende Anwendungssysteme gestützt werden sollen. Schnittstellen zwischen den abgegrenzten Aufgabenräumen müssen berücksichtigt werden.
- (3) Eine SOM-AwS-Spezifikation in Form eines VOS und KOS kann unter Verwendung der SOM-Methodik modellgestützt auf Basis der Ergebnisse der Schritte 2 und 3 abgeleitet werden. In Bezug auf die Innensicht einer Aufgabe kann das VOS (Bild 9) der Aktionensteuerung zugeordnet werden, die auf elementaren Aktionen und dem Aufgabenobjekt, repräsentiert durch das KOS, operiert ([10], S. 430).



**Bild 9:** Vorgangs-Objektschema der SOA

- (4) Zur Spezifikation der externen Prozessschnittstellen der SOA sind die erforderlichen Schnittstellenbeziehungen zwischen dem *flexiblen* und dem *herkömmlichen Aufgabenraum* zu identifizieren. Sie sind als ein- und ausgehende Nachrichtenflüsse der einzelnen Vorgangsobjekttypen im zuvor abgeleiteten VOS ersichtlich und können direkt in einen elementaren Vorgangs-Service überführt werden. Im vorliegenden Fall ist z. B. der Vorgangsobjekttyp *Verfügbarkeitsanfrage* mit dem ausgehenden Nachrichtenfluss *findCandidates* (Bild 9) Basis des Vorgangs-Services *ermittleVerfügbarkeit* (Bild 11).

Überlappungen der AOs des *flexiblen* und des *herkömmlichen Aufgabenraums* können zum Erfordernis externer Datenschnittstellen führen. Zur Bedarfsanalyse hierfür kann das spezifizierte KOS der SOA herangezogen werden. Weist dieses konzeptuelle Objekttypen auf, deren Attribute auch von den umgebenden AwS verwaltet werden, so muss die Notwendigkeit einer Datenschnittstelle geprüft werden. Diese ist genau dann erforderlich, wenn die Überlappung der AOs auf Typebene mit einer partiellen Identität der AO-Instanzen einhergeht ([10], S. 232f) und Modifikationen der einen AO-Instanz in der anderen AO-Instanz nachgezogen werden müssen. Im Fall des Personal-Wesens könnte ein Beispiel das Ausscheiden eines Mitarbeiters aus dem Unternehmen sein, der zuvor als Besetzungskandidat für ein Projekt (siehe konzeptueller Objekttyp Besetzungskandidat in Bild 10) angeboten worden ist. Soll bei Ausführung einer GP-Instanz auf diese Änderung reagiert werden können, so ist eine Datenschnittstelle zur Abstimmung der AOs erforderlich.

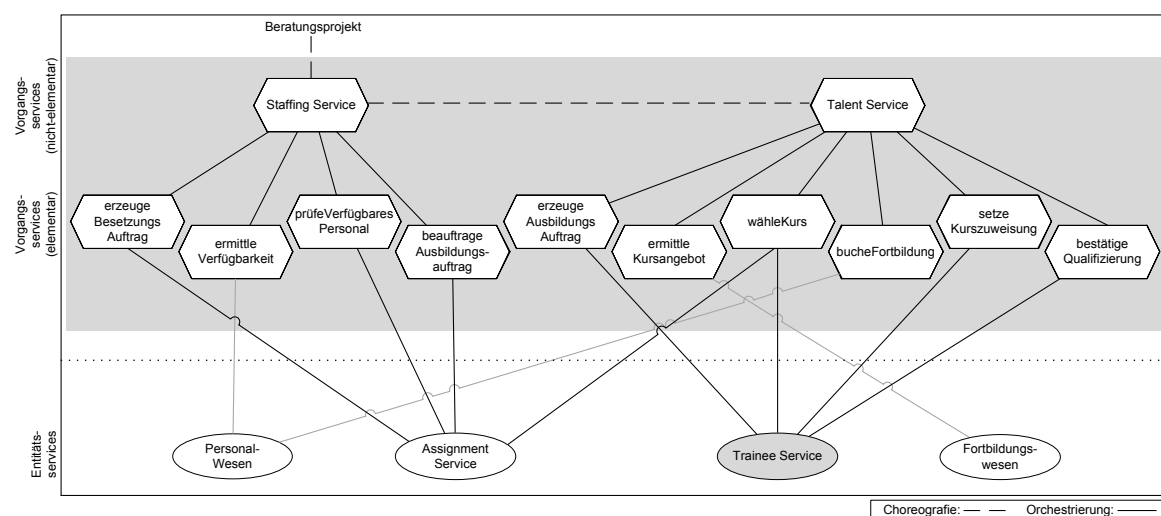


**Bild 10:** Konzeptuelles Objektschema der SOA

- (5) Zugrunde liegt das in [17] skizzierte SOA-Architekturmodell, dessen Bausteine und Beziehungen zur Beschreibung der Innensicht der SOA verwendet werden ([17], S. 294). Hierbei können folgende Ableitungsregeln angewendet werden:

Elementare Vorgangs-Services lassen sich anhand der im VOS spezifizierten Vorgangsobjekttypen identifizieren und abgrenzen. So ist z. B. die Basis der Ableitung für den Vorgangs-Service *erzeugeBesetzungsauftrag* (Bild 11) der zum betrieblichen Objekt *Personal-Besetzung* zugehörige Vorgangsobjekttyp *>Stellenbesetzungsauftrag* (Bild 9).

Nicht-elementare Vorgangs-Services orchestrieren elementare und ggf. weitere nicht elementare Vorgangs-Services zur Realisierung des Vorgangsnetzes eines betrieblichen Objekts ([17], S. 295 f.). Im vorliegenden Beispiel wird jedes der beiden der SOA zugrundeliegenden betrieblichen Objekte durch genau einen nicht-elementaren-Vorgangs-Service gestützt. Diese Art der Abgrenzung ist nicht zwingend erforderlich, vielmehr sind geeignete Zielkriterien für die Abgrenzung das Erreichen einer geeigneten Granularität und aus Außensicht die Abbildung eines zusammenhängenden und sinnvoll gruppierten Aufgabenraums.



**Bild 11: Service-orientierte Architektur**

Grundlage der Ableitung von Entitäts-Services ist das zuvor im KOS spezifizierte AO. Zur Ableitung und im Hinblick auf eine angemessene Granularität werden einzelne fachlich zusammenhängende konzeptuelle Objekttypen zu einem gemeinsamen Entitäts-Service zusammengefasst ([17], S.307 f.). Aus Aufgabenmodell-Sicht führt eine Zerlegung des Gesamt-AOs zu partiell überlappenden Teil-AOs. Aufgrund der Entkopplung von Entitäts-Services und darauf operierenden Vorgangs-Services führt dies auf Ebene der SOA nicht zwangsläufig zu dem Erfordernis einer redundanten Datenhaltung, sondern kann, wie im Beispiel des Entitäts-Service *Assignment Service* (Bild 11) gezeigt, auch durch einen Zugriff von mehreren Vorgangs-Services auf einen Entitäts-Services realisiert werden. Vorgangsnetze, die von unterschiedlichen betrieblichen Objekten erbracht werden, sind grundsätzlich autonom, so dass ihre Schnittstellen per Choreografie realisiert werden.

## 4 Stand der Literatur

Ansätze zum Entwurf von SOA in der Literatur lassen sich grob in zwei Kategorien unterteilen: Pattern und Prinzipienbasierte Ansätze (z. B. [8], [9] oder [3]) umfassen allgemeine Designprinzipien für SOA, deren Anwendung und Kombination dem Entwickler

überlassen bleibt ([19], S. 421). Hierarchisch strukturierte Ansätze zum Service-Design hingegen beschreiben die erforderlichen Schritte zum fachlichen Entwurf von SOA auf mehreren aufeinander aufbauenden Ebenen ([19], S. 421). Der vorliegende Ansatz zum Entwurf partieller SOA ist der letztgenannten Kategorie hierarchischer Ansätze zuzuordnen. Diese lassen sich grob weiter untergliedern in *Top-Down*-, *Bottom-Up* und *Meet-in-the-middle*-Entwicklungsansätze ([18], S. 631 f.). Während *Top-Down*-Ansätze bei der Ableitung von Services aus fachlicher Sicht vorgehen, ist der Ausgangspunkt von *Bottom-up*-Ansätzen die bestehende Anwendungssystem- und Service-Landschaft im Unternehmen. *Meet-in-the-Middle*-Ansätze hingegen berücksichtigen beim Entwurf von SOA sowohl eine fachliche Sicht als auch eine Sicht auf die bestehende AwS-Landschaft im Unternehmen. Dem vorliegenden Ansatz liegt im Kern eine *Top-Down*-getriebene Entwurfsrichtung zur Ableitung partieller SOA zugrunde. Da die GP-Modellebene eines Unternehmens hierbei als Ausgangspunkt für den Ansatz verwendet wird, leistet er einen Beitrag zum Ziel des IT / Business-Alignment. Die ergänzende Betrachtung der bestehenden IT-Landschaft (*Bottom-Up*) durch den Ansatz begründet sich aus der Tatsache, dass eine SOA in der Regel nicht auf der grünen Wiese entsteht, sondern sich als partielles Glied in die bestehende Anwendungssystemlandschaft eines Unternehmens einfügt. Durch die um eine *Bottom-Up*-Sicht ergänzte *Top-Down*-getriebene Entwurfsstrategie lässt sich der vorliegende Ansatz somit der Kategorie *Meet-in-the-Middle* zuordnen.

Zur Klassifikation und Untersuchung von Eigenschaften von SOA-Entwicklungsansätzen existieren zahlreiche Literaturbeiträge (z. B. [4], [5], [12], [15], [21]). Auf dieser Basis und auf Grundlage einer eigenen umfassenden Literaturanalyse lässt sich feststellen, dass eine Vielzahl bereits bestehender SOA-Entwicklungsansätze in die Kategorie *Meet-in-the-middle* fallen. Nur wenige gehen allerdings ins Detail ([12], S. 40) und beschreiben eine umfassende modellbasierte Methodik zur Ableitung von SOA, wie es z. B. bei dem von Arsanjani et al. veröffentlichten Ansatz *Service-oriented modeling and architecture* (SOMA) der Fall ist [1]. Genau wie der vorliegende Ansatz sieht SOMA zwar auch ein Mapping zwischen der GP-Modell- und der AwS-Ebene vor ([1], S. 388). Betrachtet werden hierbei allerdings ausschließlich die Prozessschnittstellen zwischen den beteiligten AwS bzw. Services. Überlappende Aufgabenobjekte, die ggf. zum Erfordernis gesonderter Datenschnittstellen führen (siehe Fallbeispiele in Kapitel 3 und [17], Kapitel 14.4), werden nicht berücksichtigt. Hier liegt ein Vorteil des vorliegenden Ansatzes, da gerade die Daten, auf denen betriebliche Aufgaben operieren, zentraler Betrachtungsgegenstand des Ansatzes sind.

Viele Ansätze zum Entwurf von SOA folgen dem Konzept der *Model Driven Architecture* (MDA) [14]. Dieses Konzept unterscheidet die Modellebenen CIM (*Computation Independent Model*), PIM (*Platform Independent Model*) und PSM (*Platform Specific Model*). Der vorliegende Ansatz beruht zwar nicht auf diesem Konzept, kann aber auf verschiedenen Ebenen mit diesem verglichen werden. So ergibt sich eine Differenzierung des Ansatzes gegenüber MDA-basierten Ansätzen zur Entwicklung von SOA insbesondere auf Ebene der Modelltransformation von CIM zu PIM. Die dem vorliegenden Ansatz zugrundeliegende SOM-Methodik dient der ganzheitlichen Modellierung betrieblicher Systeme, wobei die initiale fachliche AwS-Spezifikation (MDA-Ebene PIM) zur Automatisierung der modellierten Geschäftsprozesse direkt aus dem GP-Modell (MDA-Ebene CIM) abgeleitet werden kann. Nur wenige MDA-Ansätze (z. B. [7]) betrachten und unterstützen diese Ebene im Detail. I. d. R. liegt der Schwerpunkt der Betrachtung eher auf der Modelltransformation zwischen

den Ebenen PIM und PSM, z. B. indem ausgehend von BPMN-Workflowdiagrammen (MDA-Ebene PIM) die Generierung von auf einer Process-Engine ausführbaren BPEL-Prozessen unterstützt wird (z. B. [11]).

## 5 Diskussion

Der Beitrag zeigt, wie anhand des Aufgabenmodells in wenigen Schritten ein umfassendes Verständnis von SOA entwickelt werden kann, welches sowohl das Lösungsverfahren als auch das bei SOA oft vernachlässigte Aufgabenobjekt mit einbezieht. Anschließend wird der Ansatz anhand einer Fallstudie illustriert und am Stand der Literatur gespiegelt.

Der Modellierungsansatz führt zu einer partiellen SOA und ist dort von Vorteil, wo die anderen mit SOA verfolgten Ziele als nachrangig betrachtet werden können. Gleichwohl dürfte dieser Fall häufig vorkommen, sei es alleine aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ([22], S. 53ff.). Hier treten die Schnittstellen zu den herkömmlichen Systemen in den Vordergrund, denen sich der vorliegende Ansatz besonders annimmt.

Derzeit wird an der Werkzeugunterstützung ([6], S. 367ff.) gearbeitet, eine Bedingung, um untersuchen zu können, ob und wie der Ansatz skaliert. Eine größere Fallstudie wurde dazu in [17] beschrieben. Schließlich ist die Annahme der Vollautomatisierung aufzugeben und zu untersuchen, welche Einflüsse sich durch Einbeziehung des Menschen als weiteren Aufgabenträger ergeben. Zudem ist zu untersuchen, welche weiteren Architekturkonzepte neben SOA zur Deckung von Flexibilitätsbedarfen in Frage kommen und in welcher Beziehung diese zu einer partiellen SOA stehen.

## 6 Literatur

- [1] Arsanjani, A; Ghosh, S; Allam, A; Abdollah, T; Gariapathy, S; Holley, K (2008): SOMA: a method for developing service-oriented solutions. *IBM Systems Journal* 47(3):377-396.
- [2] Bartmann, D; Bodendorf, F; Ferstl, OK, Sinz, EJ (2011): Merkmale, Systemarchitekturen und Management hochflexibler Geschäftsprozesse. In: Sinz, EJ; Bartmann, D; Bodendorf, F; Ferstl, OK (Hrsg.), *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*. University of Bamberg Press, Bamberg.
- [3] Bell, M (2010): *SOA Modeling Patterns for Service-Oriented Discovery and Analysis*. Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- [4] Birkmeier, D; Klöckner, S; Overhage S (2008): Zur systematischen Identifikation von Services: Kriterien, aktuelle Ansätze und Klassifikation. In: Loos, P (Hrsg.), *Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2008). Modellierung zwischen SOA und Compliance Management*. Saarbrücken.
- [5] Börner, R; Goeken, M (2009): Identification of Business Services Literature Review and Lessons Learned. In: *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems 2009*. San Francisco, CA, USA.
- [6] Bork, D; Sinz, EJ (2011): Ein Multi-View-Modellierungswerkzeug für SOM-Geschäftsprozessmodelle auf der Basis der Meta-Modellierungsplattform ADOxx. In: Sinz, EJ; Bartmann, D; Bodendorf, F; Ferstl OK (Hrsg.), *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*. University of Bamberg Press, Bamberg.

- [7] De Castro, V; Marcos, E; Vara, JM (2011): Applying CIM-to-PIM model transformations for the service-oriented development of information systems. *Information and Software Technology* 53(1):87-105.
- [8] Erl, T (2008): SOA. Principles of Service Design. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ.
- [9] Erl, T (2009): SOA. Design Patterns. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ.
- [10] Ferstl, OK; Sinz, EJ (2008): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. Oldenbourg, München.
- [11] Giner, P; Torres, V; Pelechano, V (2007): Bridging the Gap between BPMN and WS-BPEL. M2M Transformations in Practice. In: *Proceedings of the 3rd International Workshop on Model-Driven Web Engineering (MDWE 2007)*. Como, Italien.
- [12] Gu, Q; Lago, P (2010): Service Identification Methods: A Systematic Literature Review. In: Hutchison, D et al. (Hrsg.), *Towards a Service-Based Internet - Third European Conference, ServiceWave 2010*. Ghent, Belgium.
- [13] Heinrich, LJ (1993): Wirtschaftsinformatik. Einführung und Grundlegung. Oldenbourg, München.
- [14] Miller, J; Mukerji, J (2003): MDA Guide Version 1.0.1. <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?omg/03-06-01>. Abgerufen am: 18.09.2011.
- [15] Kohlborn, T; Korthaus, A; Chan, T; Rosemann, M (2009): Identification and Analysis of Business and Software Services - A Consolidated Approach. *IEEE Transactions on Services Computing* 2(1):50-64.
- [16] Kosiol, E (1976): Organisation der Unternehmung. Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler, Wiesbaden.
- [17] Krücke, A; Sinz, EJ (2011): Entwurf partieller SOA auf der Grundlage von Geschäftsprozessmodellen. In: Sinz, EJ; Bartmann, D; Bodendorf, F; Ferstl OK (Hrsg.), *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*. University of Bamberg Press, Bamberg.
- [18] Papazoglou, MP (2008): Web Services. Principles and Technology. Pearson, Boston.
- [19] Patig, S; Wesenberg, H (2009): Role of Process Modeling in Software Service Design. In: Hutchison, D et al. (Hrsg.), *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Service-Oriented Computing (ICSOC-ServiceWave '09)*. Stockholm, Schweden.
- [20] Peltz, C (2003): Web Services Orchestration and Choreography. In: *IEEE Computer* 36(10): 46-52.
- [21] Ramollari, E; Dranidis, D; Simons, AJH (2007): A Survey of Service Oriented Development Methodologies. In: Gorton, S; Solanki, M; Reiff-Marganiec, S (Hrsg.), *Proc. of 2nd Young Researchers' Workshop on Service Oriented Computing*. Leicester, U.K.
- [22] Wagner, D; Leunig, B; Suchan, C; Frank, J; Ferstl, OK (2011): Klassifikation von Geschäftsprozessen anhand ihres Flexibilitätsbedarfs. In: Sinz, EJ; Bartmann, D; Bodendorf, F; Ferstl, OK (Hrsg.), *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*. University of Bamberg Press, Bamberg.



# Modellbasierte Spezifikation von RESTful SOA auf Basis von Geschäftsprozessmodellen

**Matthias Wolf**

Universität Bamberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,  
insbesondere Systementwicklung und Datenbankanwendung,  
96045 Bamberg, E-Mail: matthias.wolf@uni-bamberg.de

## Abstract

Der Einsatz von Web-Services auf Basis des Architekturstils REpresentational State Transfer (REST) gewinnt zur Realisierung service-orientierter Architekturen (SOA) immer mehr an Bedeutung. Im unternehmerischen Umfeld dienen SOAs häufig der Automatisierung flexibler Geschäftsprozesse. Mit dem zunehmenden Einsatz von RESTful Web-Services zur Geschäftsprozessautomatisierung wächst auch der Bedarf nach einem Ansatz zur Spezifikation einer RESTful SOA aus fachlichen Anforderungen. Diese werden häufig mit Geschäftsprozessmodellen analysiert, gestaltet und dokumentiert. Der vorliegende Beitrag erarbeitet einen dreistufigen Entwicklungsprozess für die modellbasierte Ableitung von RESTful SOA-Spezifikationen aus Geschäftsprozessmodellen.

## 1 Einleitung und Motivation

Unternehmen sehen sich in einer dynamischen Wirtschaft zunehmend hohen Anforderungen bezüglich Flexibilität und Wirtschaftlichkeit ausgesetzt. Die Bewältigung dieser Anforderungen erfolgt unter anderem durch die Gestaltung flexibler Geschäftsprozesse sowie der Entwicklung moderner betrieblicher Anwendungssysteme (AwS) (vgl. [7]). Moderne AwS werden in der Regel als verteilte Systeme nach dem Konzept der service-orientierten Architektur (SOA) realisiert. Mit dem SOA Konzept wird die Entwicklung lose-gekoppelter IT-Systeme angestrebt, deren Funktionalität als Dienste (Services) bereitgestellt, flexibel organisiert und verwendet werden können (vgl. [10]). Dieser Ansatz ist zunächst unabhängig vom Einsatz einer bestimmten Technologie. Jedoch erfolgt eine Realisierung gewöhnlich auf Basis von Web-Service-Technologien wie SOAP, WSDL und UDDI (vgl. [5], [11], [12]). Als interessante Alternative hierzu rücken in den letzten Jahren Web-Services auf Basis des Architekturstils REpresentational State Transfer (REST) immer weiter in den Fokus (vgl. [12], [18], [20]). Zum Architekturstil REST konforme Web-Services werden als RESTful Web-Services (REST-WS) bezeichnet (vgl. [12], [14]). Service-orientierte Architekturen, die auf Basis von REST-WS realisiert sind, werden im weiteren Verlauf als RESTful SOA bezeichnet. Ausführliche Vergleiche von REST-WS und SOAP/WSDL-Services finden sich in [12], [14] und [18].

Dort werden die Vorteile des Einsatzes von REST-WS im betrieblichen Umfeld hinsichtlich Flexibilität, Interoperabilität und Skalierbarkeit für adhoc Web-Integrationsszenarien gesehen.

Das Fehlen eines ganzheitlichen methodischen Ansatzes zur Spezifikation von RESTful SOA in betrieblichen Systemen wird in der Literatur als Problem genannt (vgl. [9], [12]). Insbesondere eine methodisch gestützte Identifikation von Ressourcen als zentrale REST-Systemkomponente auf Basis der in einem Unternehmen durchzuführenden Aufgaben wurde bisher wenig untersucht (zum Begriff Ressource siehe Abschnitt 2.1). Vorschläge, wie die Identifikation von REST-Ressourcen erfolgen kann, liegen meist nur natürlich-sprachig oder in Form von Best Practices vor (vgl. [1], [14], [18]). Zudem konzentrieren sich bestehende Ansätze auf die Implementierung von REST-WS sowie deren softwaretechnische Beschreibung, und weniger auf die Ableitung RESTful SOA aus einem fachlichen Entwurf (vgl. [1], [4], [14], [18]).

Im vorliegenden Beitrag wird ein modellbasierter Ansatz konzipiert, um die methodische Lücke zwischen fachlicher Analyse und softwaretechnischer Spezifikation von RESTful SOA in betrieblichen Systemen zu verringern. Im Fokus der Untersuchung steht dabei, wie eine methodisch gestützte Ableitung von REST-Ressourcen sowie eine durchgängig modellbasierte softwaretechnische Spezifikation einer RESTful SOA aus Aufgabenspezifikationen erfolgen kann. Ausgangspunkt des Ansatzes bilden dabei die informationsverarbeitenden Aufgaben, die in einem Unternehmen durchzuführen sind. Diese werden häufig mit Geschäftsprozessmodellen analysiert, gestaltet und dokumentiert. In der Praxis stützt sich die Entwicklung von REST-WS auf objektorientierte Entwurfsmethoden und Konzepte zur Entwicklung verteilter Systeme (vgl. [14], [18]). Diese Konzepte finden in der SOM-Methodik Berücksichtigung, die die durchgängige Entwicklung verteilter objektorientierter Systeme ausgehend von Geschäftsprozessmodellen beschreibt (vgl. Kapitel 3). Aus diesem Grund wird die SOM-Methodik für die Entwicklung der RESTful SOA gewählt.

In Kapitel 2 werden zunächst für die Arbeit grundlegende Begriffe zu REST und ein Vorgehen für die Entwicklung von REST-WS erläutert. Anschließend wird der konzipierte Entwicklungsprozess vorgestellt (Kapitel 3) und zur Veranschaulichung des Ansatzes auf ein Fallbeispiel angewendet (Kapitel 4). Der Beitrag schließt mit einem Verweis auf vergleichbare Ansätze (Kapitel 5), einer zusammenfassenden Diskussion der Ergebnisse und dem Ausblick auf weitere Forschungsaktivitäten (Kapitel 6).

## 2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden für den weiteren Verlauf der Arbeit relevante Grundlagen beleuchtet. Vorgestellt werden wichtige REST-Konzepte sowie ein etabliertes Vorgehen für die Entwicklung von REST-WS.

### 2.1 RESTful Web-Services

Roy Fielding stellt in seiner Dissertation REST als Architekturstil für verteilte Systeme vor. Es wird spezifiziert wie existierende Web-Protokolle verwendet werden können, um u.a. Web-Services zu realisieren (vgl. [8]). Der Architekturstil REST wird anhand von vier Prinzipien charakterisiert (vgl. [8], [14], [18]): (1) Konzeptuelle Objekttypen und ihre Funktionalität werden als Ressourcen mit eindeutiger Identifikation (URL) entworfen. (2) Jede Ressource stellt eine standardisierte Schnittstelle mit den http-Methoden (get, post, put und delete) bereit. (3) Die

Interaktion mit der REST-Anwendung, beispielsweise durch andere Web-Services oder menschliche Nutzer, erfolgt über die Kommunikation und Manipulation der Repräsentation von Ressourcen. Eine Ressource kann mehrere Repräsentationen aufweisen. Eine Ressource Auftrag kann beispielsweise einem menschlichen Nutzer als HTML-Seite und einem AwS als maschinenlesbares XML-Dokument präsentiert werden. (4) Beziehungen zwischen und Interaktionen mit Ressourcen werden über Verknüpfungen (Links) realisiert. Zusammen mit den Prinzipien der eindeutigen Identifizierbarkeit von Ressourcen (1) und dem Einsatz des http-Protokolls (2) wird erreicht, dass jede Anfrage an einen REST-WS alle relevanten Zustandsinformationen enthält. Die Kommunikation wird deshalb als zustandslos bezeichnet.

## 2.2 Vorgehen zur Entwicklung von RESTful Web-Services

Ressourcen bilden in REST-WS die zentrale Komponente der Systemarchitektur. Ihre Analyse und ihr Entwurf sind grundlegende Voraussetzung für die methodisch geleitete Entwicklung einer REST-Anwendung. Richardson und Ruby schlagen für die Spezifikation von REST-WS folgende Schritte vor (siehe [14]):

1. Identifikation zu speichernder Datenobjekte und anschließende Ableitung von Ressourcen aus diesen Datenobjekten. Ausgangspunkt bilden hierbei Anwendungsfälle und fachliche Anforderungen an das zu entwickelnde System.

Wiederhole für jede Ressource:

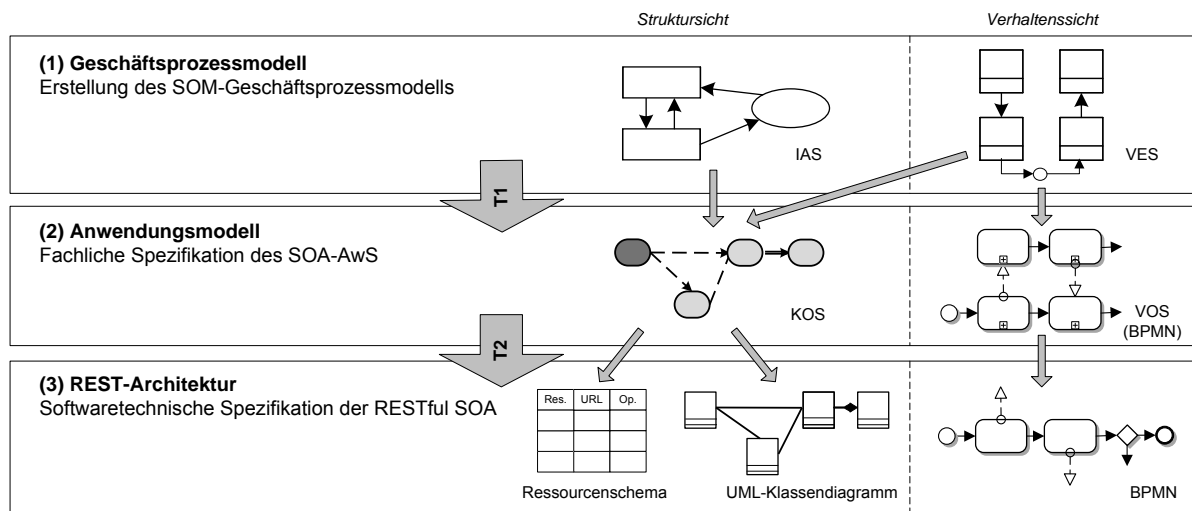
2. Festlegung eines eindeutigen Identifikators (URL) und der http-Operatoren (einheitliche Schnittstelle).
3. Entwurf der Repräsentationen und Integration der Ressource und bereits existierender Ressourcen (Verlinkung).
4. Entwicklung und Durchführung von Ablauftests und der Fehlerbehandlungen für das System.

Das beschriebene Vorgehen ist die Basis für eine Vielzahl von Entwicklungsansätzen in der REST-Literatur (vgl. [1], [4], [18], [19]). Ähnlich den objektorientierten Entwurfsmethoden werden zentrale Konzepte in der fachlichen Analyse durch eine Suche nach Substantiven identifiziert und als Ressourcen abgebildet (vgl. [14]). Methodisch bedeutsame Weiterentwicklungen dieses Ansatzes sind nicht bekannt.

## 3 Ansatz zur modellbasierten Spezifikation einer RESTful SOA

Der konzipierte Ansatz zur Entwicklung einer RESTful SOA besteht aus den Ebenen des Geschäftsprozessmodells (1), des Anwendungsmodells (2) und der REST-Architektur (3) mit jeweils einer struktur- und einer verhaltensorientierten Sicht (vgl. Bild 1). Zwischen den Ebenen bestehen Transformationsbeziehungen (T1 und T2).

Die Modellierung des Geschäftsprozessmodells basiert auf der Notation der SOM-Methodik (vgl. [6]). Für die Ableitung des Anwendungsmodells wird das dort vorgeschlagene Vorgehen verwendet. Eine ausführliche Einführung in Architektur, Vorgehensmodell und Notationen der SOM-Methodik findet sich in [7]. Die für diesen Beitrag wichtigen Grundlagen der Geschäftsprozess- und fachlichen AwS-Modellierung sowie die dazugehörige Notation werden im Rahmen der Fallstudie in Kapitel 4 vorgestellt und erläutert.



**Bild 1:** Vorgehen zur modellbasierten Entwicklung einer RESTful SOA

Das gewählte Vorgehen wird zunächst allgemein beschrieben. Eine fallbasierte Anwendung erfolgt in Kapitel 4.

(1) *Geschäftsprozessmodell:* Auf der ersten Ebene wird das SOM-Geschäftsprozessmodell erstellt und verfeinert. Ausgehend von einem initialen Geschäftsprozess werden das strukturorientierte Interaktionsschema (IAS) und das dazu korrespondierende verhaltensorientierte Vorgangs-Ereignis-Schema (VES) schrittweise entwickelt. Das IAS erfasst die an der Durchführung von Aufgaben beteiligten betrieblichen Objekte und beschreibt deren Koordination mittels Transaktionen. Unter einem betrieblichen Objekt wird eine Menge von Aufgaben verstanden, die mit zugehörigen Sach- und Formalzielen auf einem gemeinsamen Aufgabenobjekt durchgeführt werden. Die Koordination zwischen betrieblichen Objekten kann hierarchisch (Steuerung, Kontrolle) und nicht-hierarchisch (Anbahnung, Vereinbarung, Durchführung) erfolgen. Das Verhalten der betrieblichen Objekte wird im VES in Form eines ereignisgesteuerten Ablaufs der Aufgabendurchführung erfasst (vgl. [6]).

(2) *Anwendungsmodell:* Im SOM-Geschäftsprozessmodell wird der mit einer SOA zu unterstützende Teil abgegrenzt und in eine fachliche AWS-Spezifikation transformiert (Transformationsschritt T1) (vgl. [7]). Das konzeptuelle Objektschema (KOS) beschreibt die fachliche Struktur des AwS in Form von miteinander in Beziehung stehenden konzeptuellen Objekttypen (OTs). Das Vorgangsobjektschema (VOS) beschreibt das Lösungsverfahren zur Durchführung der Aufgaben und wird als Workflowschema in der Sprache Business Process Model and Notation (BPMN) modelliert (vgl. [13]). Das Lösungsverfahren wird dabei anhand einer Menge von Aktivitäten spezifiziert. Aktivitäten können unter Nutzung der Operatoren der konzeptuellen OTs realisiert werden. Die Transformationsschritte für eine Ableitung des KOS aus dem IAS werden in [7] und die modellbasierte Ableitung des BPMN-Workflowschemas aus dem VES in [13] erläutert.

(3) *REST-Architektur:* Die softwaretechnische Spezifikation der RESTful SOA erfolgt auf Basis des fachlichen AWS-Entwurfs. Aus den konzeptuellen OTs des fachlichen KOS werden die Ressourcen der REST-WS samt URL und Operatoren abgeleitet und in ein initiales Ressourcenschema überführt. Dieser Transformationsschritt T2 ist durch eine Reihe von Ableitungsregeln beschreibbar (siehe Abschnitt 4.3). Das KOS wird in einem zweiten Schritt in ein UML-Klassendiagramm transformiert. Jeder konzeptuelle OT wird dabei in eine Klasse

überführt, wobei jede Klasse die Struktur einer Ressource anhand von Attributen und Operatoren spezifiziert. Das BPMN-Workflowschema wird übernommen, die Aktivitäten genauer spezifiziert und um Aufrufbeziehungen zwischen Ressourcen als Lösungsverfahren zur Durchführung der Aufgaben erweitert.

Eine Unterstützung der Modellierungstätigkeit des beschriebenen Entwicklungsprozesses kann durch den Einsatz geeigneter Werkzeuge, wie z.B. dem SOM-Modellierungswerkzeug (vgl. [3]), erfolgen. Auf jeder Modellebene findet eine Überarbeitung der erstellten oder initial abgeleiteten Struktur- und Verhaltensmodelle statt. Diese Überarbeitungstätigkeit kann durch geeignete Modellierungswerkzeuge unterstützt werden, ist aber nicht automatisierbar. Insbesondere auf der Ebene des Anwendungsmodells und der REST-Architektur bestehen bezüglich der Spezifikation des fachlichen bzw. softwaretechnischen Lösungsverfahrens für das AwS hohe Freiheitsgrade. Die vorgeschlagenen Ebenen und dort enthaltenen Modelle geben dem Entwickler ein Hilfsmittel an die Hand, um die Komplexität des Entwicklungsprozesses einer RESTful SOA besser beherrschen zu können.

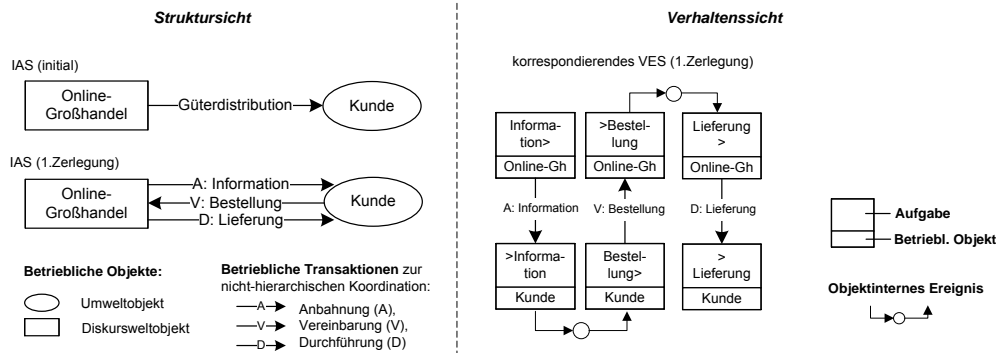
## 4 Erläuterndes Fallbeispiel

Der Einsatz des Entwicklungsprozesses soll anhand eines Fallbeispiels demonstriert werden. Gegenstand der Fallstudie ist das Unternehmen „Online-Großhandel GmbH“, welches Produkte über eine Onlineplattform an seine Geschäftspartner vertreibt. Der Geschäftsprozess des Unternehmens beschreibt die Distribution von Gütern an seine Kunden. Die Durchführung der Aufgaben des Geschäftsprozesses soll möglichst vollständig durch den Einsatz einer RESTful SOA automatisiert werden.

### 4.1 Spezifikation des Geschäftsprozessmodells (Ebene 1)

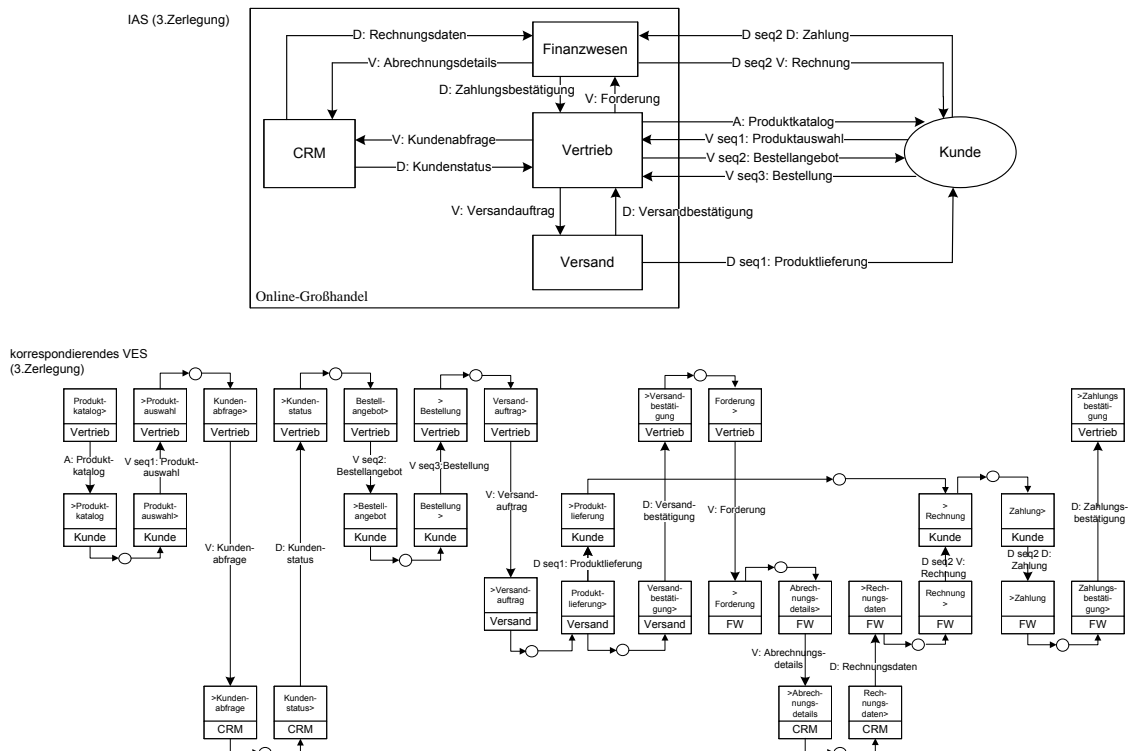
Die Umsetzung des Geschäftsprozesses „Güterdistribution“ erfolgt durch die nicht-hierarchische Koordination der betrieblichen Objekte Online-Großhandel und Kunde. Der Geschäftsprozess wird in die Phasen Anbahnung (A), Vereinbarung (V) und Durchführung (D) zerlegt. Bild 2 zeigt die initiale Struktur des Geschäftsprozesses und die erste Zerlegungsstufe als IAS sowie das dazu korrespondierende VES.

Nach der Übermittlung der Produktinformationen (A) erfolgt die Bestellung der gewünschten Produkte (V). Die Durchführung der Leistungsübergabe wird mit Lieferung der bestellten Ware vollzogen (D). Zu jedem IAS existiert ein korrespondierendes VES, das den ereignisgesteuerten Ablauf der Aufgaben des Geschäftsprozesses darstellt. Eine Aufgabe wird im VES einem betrieblichen Objekt zugeordnet. Die Modellierung des VES erfolgt in Form eines modifizierten Petri-Netzes (vgl. [13]). Aufgaben werden als Übergänge (Transitions) dargestellt. Die ereignisgesteuerte Ausführung der Aufgaben erfolgt durch das Schalten zulässiger Übergänge. Die beiden Übergänge, welche die an einer betrieblichen Transaktion (V: Bestellung) beteiligten Aufgaben (z.B. Bestellung > (senden) und >Bestellung (empfangen)) darstellen, schalten synchron. Deshalb wird zwischen diesen kein Zustand (Place) modelliert (vgl. hierzu Bild 2).



**Bild 2: Geschäftsprozess Güterdistribution (initiales IAS und 1. Zerlegung)**

Die Interaktion mit dem Kunden wird nun durch Transaktionszerlegung weiter verfeinert (2. Zerlegungsschritt). Die Vereinbarung der Leistungsdurchführung erfolgt in drei sequentiellen Schritten (Produktauswahl, Bestellangebot und Bestellung). Die eigentliche Durchführung der Leistungserstellung besteht aus der Lieferung der Produkte sowie der anschließenden Abrechnung (Rechnung und Zahlung). In einem weiteren Schritt (3. Zerlegung) erfolgt die Identifikation der an der Durchführung des Distributionsprozesses beteiligten betrieblichen Objekte durch Zerlegung des Diskursweltobjekts Online-Großhandel in Vertrieb, Versand, Finanzwesen und Customer Relationship Management (CRM). Der Vertrieb koordiniert die Bestellabwicklung mit dem Kunden und die an der weiteren Durchführung der Bestellung beteiligten Diskursweltobjekte nicht-hierarchisch. Das CRM stellt Kundeninformationen für Finanzwesen und Vertrieb bereit und erbringt somit für diese Objekte eine Serviceleistung. Bild 3 fasst die Ergebnisse der 2. und 3. Zerlegung für IAS und VES zusammen. Eine ausführliche Erläuterung der Regeln zu Objekt- und Transaktionszerlegung findet sich in [7].

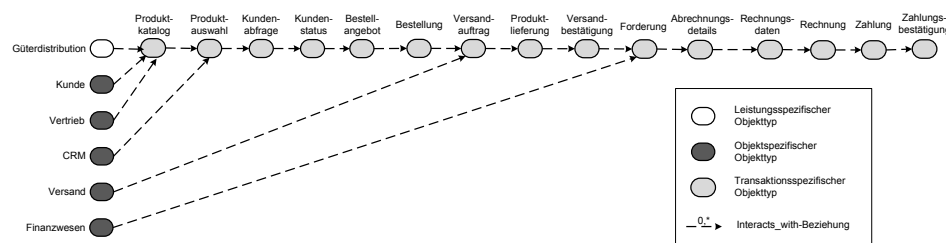


**Bild 3: IAS und VES nach Transaktions- und Objektzerlegung (3. Zerlegungsstufe)**

## 4.2 Spezifikation des Anwendungsmodells (Ebene 2)

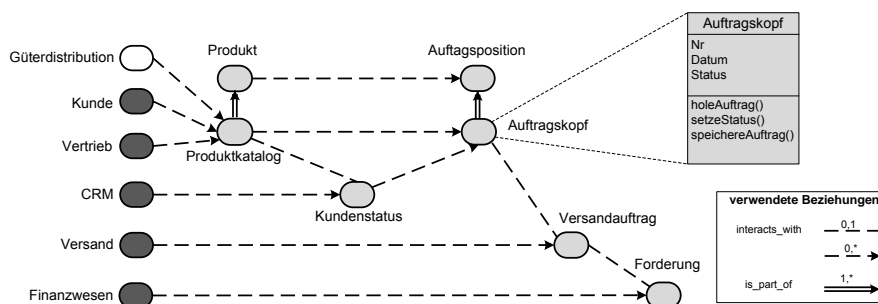
Aus dem SOM-Geschäftsprozessmodell wird die fachliche Spezifikation des AWS in Form von KOS und VOS abgeleitet (Transformationsschritt T1). Von technischen Aspekten wird hierbei noch abstrahiert. Die Ableitung und Überarbeitung von KOS und VOS erfolgt dabei parallel. In der vorliegenden Arbeit wird aus Gründen der Übersichtlichkeit jedoch mit der Entwicklung des KOS begonnen. Das KOS spezifiziert die fachliche Struktur des AWS anhand einer Menge von miteinander in Beziehung stehenden konzeptuellen OTs.

Die Regeln zur Überführung von IAS in ein initiales KOS werden in [7] beschrieben. Diskurswelt- und Umweltobjekte des IAS werden in objektspezifische OTs und jede Leistungsspezifikation des Geschäftsprozesses in einen leistungsspezifischen OT abgebildet. Objektspezifische und leistungsspezifische OTs sind existenzunabhängig und werden links im KOS angeordnet. Transaktionen im IAS werden in transaktionsspezifische OTs überführt und nach ihrer Abhängigkeit zu den bereits abgeleiteten OTs von links nach rechts im Schema angeordnet. In diese Auswertung werden Ablaufbeziehungen des VES mit einbezogen. Das Ergebnis der initialen Ableitung stellt Bild 4 dar.



**Bild 4:** Initiales KOS

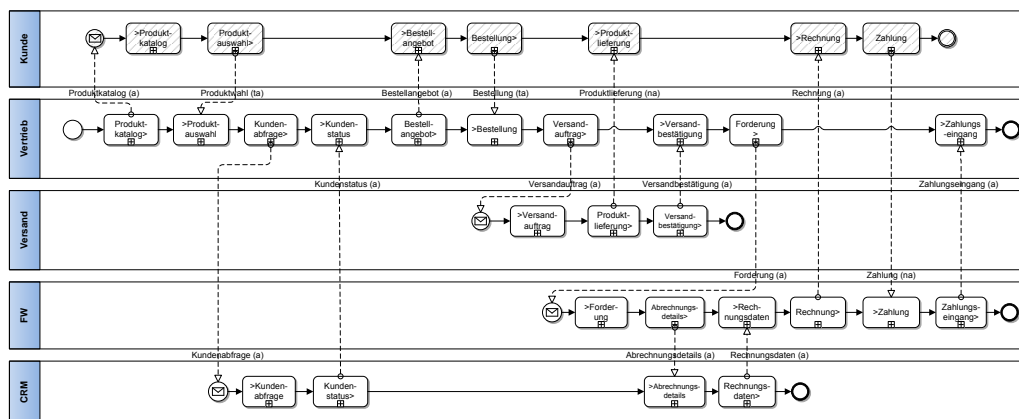
Das initiale KOS wird nun überarbeitet (vgl. [7]). Zunächst werden konzeptuelle OTs nicht-automatisierbarer Aufgaben und Transaktionen entfernt. Anschließend werden die Beziehungen zwischen den verbleibenden OTs genauer spezifiziert und diesen OTs Attribute, Nachrichtendefinitionen und Operatoren zugeordnet (vgl. Auftrag in Bild 5). Konzeptuelle OTs, die sich in ihren Attributen oder Operatoren weitgehend überlappen, werden zusammengefasst. Das Ergebnis der Überarbeitung zeigt Bild 5.



**Bild 5:** Überarbeitetes KOS

Der Produktkatalog umfasst die angebotenen Produkte. Produktauswahl, Bestellangebot und Bestellung werden zum Objekttyp Auftrag zusammengefasst und zur Vermeidung von Datenredundanz in Auftragskopf sowie -positionen aufgeteilt (is\_part\_of-Beziehung). Die Objekttypen Kundenabfrage und Abrechnungsdetails bilden den Kundenstatus.

Nach Ableitung und Überarbeitung des KOS wird das VOS in Form eines BPMN-Workflowschemas erstellt. Ausgangspunkt bildet das VES des SOM-Geschäftsprozessmodells (vgl. Bild 3). Das Ergebnis des Ableitungsschrittes zeigt Bild 6. Pütz und Sinz erläutern wie die modellgetriebene Ableitung von BPMN-Workflowschemata aus SOM-Geschäftsprozessmodellen erfolgt (vgl. [13]). Jedes betriebliche Objekt des VES wird in einen Pool transformiert. Die einzelnen Aufgaben eines betrieblichen Objekts werden entweder in eine Aktivität oder einen Subprozess überführt. Transaktionen zwischen betrieblichen Objekten bilden Message Flows, die jeweils eine sendende Aktivität (z.B. Kundenabfrage>) mit einer empfangenden Aktivität (z.B. >Kundenabfrage) verbinden. Objekt-interne Ereignisse im VES werden als Sequence Flows realisiert.



**Bild 6: BPMN-Workflowschema**

Eine initiale Schnittstellenbeschreibung des AWS erfolgt durch die Spezifikation der Aufrufbeziehungen (Message Flows) zwischen den Pools. Für jeden Message Flow werden hierbei die Nachrichtenflüsse (Transaktionen aus dem VES) sowie der Automatisierungsgrad der Übertragung festgelegt. Es wird zwischen automatisierten (a), teilautomatisierten (ta) und nicht-automatisierten (na) Aufrufen unterschieden (vgl. Bild 6). Die Aktivitäten des Pools Kunde werden nicht durch das Anwendungssystem unterstützt (graue Schraffierung).

### 4.3 Spezifikation der REST-Architektur (Ebene 3)

Es folgt die softwaretechnische Spezifikation der REST-Architektur auf Basis von KOS und VOS des Anwendungsmodells. Zunächst wird ein initiales Ressourcenschema abgeleitet (siehe in [18] Ressourcentypen). Die Identifikation der Ressourcen, Festlegung deren URL sowie der öffentlichen http-Operatoren erfolgt hierbei auf Basis der überarbeiteten konzeptuellen OTs des fachlichen KOS (vgl. Bild 5). Jeder transaktionsspezifische OT wird in eine (Individual-)Ressource (z.B. *auftraege/{nr}*) sowie dazugehörige Listenressource (z.B. *auftraege/*) überführt. Is\_part\_of-Beziehungen zwischen zwei transaktionsspezifischen OTs werden als Beziehung Primärressource/Subressource (z.B. *auftraege/{nr}/pos*) realisiert. Objektspezifische OTs können in Einstiegspunkte in die REST-Anwendung überführt werden. Für Listenressourcen werden die Operatoren get und post, und für Individualressourcen get, put und delete festgelegt. Die Ableitung des Ressourcenschemas kann nur initial erfolgen. Es bildet die Basis für die weitere Detaillierung des Schemas durch den Entwickler. Tabelle 1 fasst die Transformationsregeln zusammen.



Überarbeitetes KOS	Ressourcenschema	URL
Objektspez. OT	Einstiegspunkt	Hostname oder Bezeichnung nach Hostname, z.B. <i>host/</i> oder <i>host/einstieg/</i>
Transaktionsspez. OT	Liste der Ressource	+ Ressourcenname, z.B. <i>host/ressource/</i>
Transaktionsspez. OT	Ressource	+ ID zum Namen der Ressourcenliste, z.B. <i>host/ressource/{id}</i>
is_part_of-Beziehung	Liste der Subressource	+ Ressourcenbezeichnung zu Ressource, z.B. <i>host/ressource/{id}/subressource/</i>
is_part_of-Beziehung	Subressource	+ ID zum Namen der Subressourcenliste z.B. <i>host/ressource/{id}/subressource/{nr}</i>
is_a-Beziehung	Liste der Subressource	+ Bezeichnung zur Primärressource
is_a-Beziehung	Subressource	+ ID zur Subressourcenliste

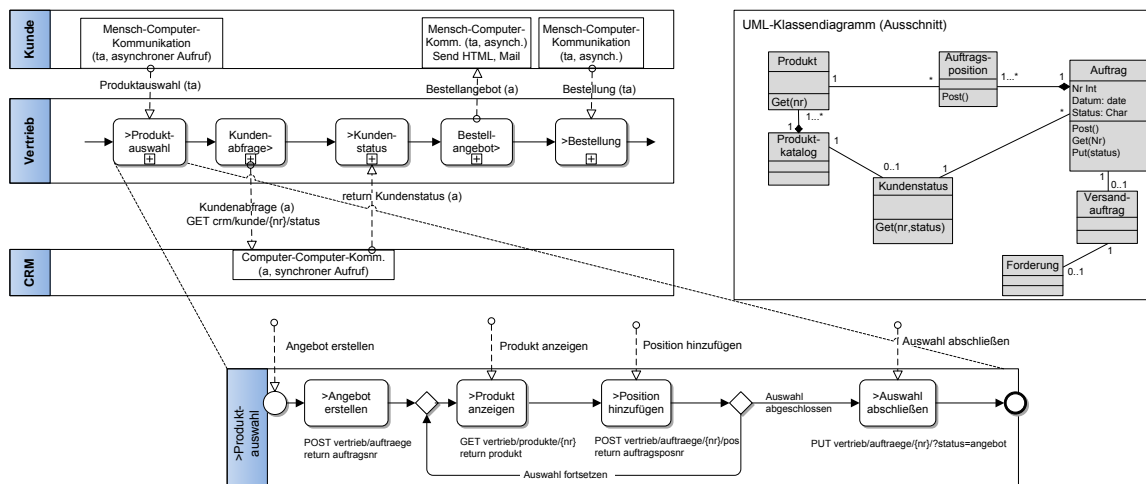
**Tabelle 1: Transformationsregeln für die Ableitung des Ressourcenschemas**

Als einziger Einstiegspunkt wird für den Nutzer (Kunden) die URL *vertrieb/* bestimmt. Der Produktkatalog fasst eine nutzerabhängige Menge von Produkten zusammen. Die Abfrage der Kundendetails beim CRM erfolgt durch die Angabe eines Query-Parameters (*/?status=*). Die konzeptuellen OTs Kunde und Güterdistribution werden als Nutzer- und Sessionverwaltung des Systems interpretiert. Tabelle 2 zeigt das abgeleitete Ressourcenschema.

Ressource	URL	Operator
Einstiegspunkt	<i>vertrieb/</i>	get
Produktkatalog	<i>vertrieb/produktkatalog/</i>	get, post
Produktliste	<i>vertrieb/produkte/</i>	get, post
Produkt	<i>vertrieb/produkte/{nr}</i>	get, put, delete
Auftragsliste	<i>vertrieb/auftraege/</i>	get, post
Auftrag	<i>vertrieb/auftraege/{nr}</i>	get, put, delete
Auftragspositionsliste	<i>vertrieb/auftraege/{nr}/pos/</i>	get, post
Auftragsposition	<i>vertrieb/auftraege/{nr}/pos/{posnr}</i>	get, put, delete
Kundenstatusliste (CRM)	<i>crm/kunden/</i>	get, post
Statusinfo. eines Kunden	<i>crm/kunden/{nr}/</i>	get, put, delete
Detailinfo. eines Kunden	<i>crm/kunden/{nr}/?status=details</i>	get
Rech.info eines Kunden	<i>crm/kunden/{nr}/?status=rechdaten</i>	get
Versandauftragsliste	<i>versand/versandauftraege/</i>	get, post
Versandauftrag	<i>versand/versandauftraege/{nr}</i>	get, put, delete
Forderungenliste	<i>fw/forderungen/</i>	get, post
Forderung	<i>fw/forderungen/{nr}</i>	get, put, delete
Kundenliste (Verwaltung)	<i>kunden/</i>	get, post
Kunde (Verwaltung)	<i>kunden/{nr}</i>	get, put,delete

**Tabelle 2: Initiales Ressourcenschema**

Das Ressourcenschema sowie das überarbeitete KOS des Anwendungsmodells sind Ausgangspunkt für die Ableitung des UML-Klassendiagramms der RESTful SOA. Jeder konzeptuelle OT des KOS wird in eine Klasse überführt und eine Typisierung der Attribute sowie Bestimmung der http-Operatoren der Objekttypen vorgenommen. Das VOS (BPMN-Schema) des Anwendungsmodells wird übernommen und in Hinblick auf die Kommunikationsbeziehungen zwischen den Aufgaben sowie der ereignisgesteuerten Durchführung des Lösungsverfahrens überarbeitet. Für die Detaillierung des BPMN-Workflowschemas werden die Spezifikationen aus KOS und Ressourcenschema berücksichtigt. Einen Ausschnitt aus BPMN-Workflowschema und UML-Klassendiagramm zeigt Bild 7.



**Bild 7:** Ausschnitt BPMN-Workflowschema und UML-Klassendiagramm

Eine Festlegung der Repräsentationen einer Ressource ist stark vom konkreten Anwendungsfall abhängig und wird von Fachexperten und Entwicklern getroffen. Hinweise auf den Entwurf der Ressourcenverlinkung geben Aufrufbeziehungen im Workflowschema sowie die Beziehungen zwischen den Objekttypen des KOS. Die Spezifikation von Fehlerbehandlungen und von Testszenarien erfolgt anhand des BPMN-Schemas.

## 5 Verwandte Arbeiten

Einen Ansatz zur modellbasierten Spezifikation von RESTful Service APIs stellen Laitkorpi et al. in [9] vor. Den Ausgangspunkt bildet dabei ein UML-Sequenzdiagramm, das die funktionale Spezifikation der Problemzone darstellt und die fachliche Interaktion zwischen Client und Service erfasst. Ein Metamodell zur Beschreibung von Struktur und Verhalten der Ressourcen in REST-Anwendungen schlägt Schreier vor (vgl. [15]). Xu et al. modellieren Status- und Ablaufinformationen von REST-Anwendungen unter Nutzung von Aktivitätsdiagrammen (vgl. [21]). Die genannten Ansätze betrachten jedoch keine durchgängige Entwicklung von RESTful SOA aus Geschäftsprozessmodellen.

Die Entwicklung von SOA-AwS ausgehend von Geschäftsprozessmodellen beleuchten dagegen mehrere Ansätze zur Spezifikation von SOAP/WSDL-Services. Thomas et al. stellen in [15] ein Architekturmodell vor, mit dem auf Basis von EPK-Modellen fachliche und softwaretechnische Konfigurationen von SOAP/WSDL-Services abgeleitet werden. Eine, dem vorliegenden Beitrag verwandte Arbeit stammt von Bernhard und Jahn (vgl. [2]). Ausgehend von einem SOM-Geschäftsprozessmodell wird in sieben Schritten die Spezifikationen von SOAP/WSDL-Services entwickelt. Dabei wird eine operator-zentrierte Sichtweise auf die Spezifikation von Web-Services eingenommen. Die Identifikation und Ableitung von REST-Ressourcen sowie die Spezifikation von REST-WS werden nicht betrachtet. Einen ausführlichen Überblick über Vorgehensmodelle zur Entwicklung service-orientierter Softwaresysteme geben Thomas et al. [17]. Weitere Literatur, in der die modellgetriebene Entwicklung von RESTful SOA aus Aufgabenspezifikationen in Form von Geschäftsprozessmodellen sowie die modellbasierte Identifikation von REST-Ressourcen der REST-WS untersucht wird, ist nicht bekannt.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag beschreibt, wie die modellgetriebene Spezifikation von RESTful SOA aus Geschäftsprozessmodellen erfolgen kann. Ergebnis der Arbeit ist ein Prozess, der eine REST-Architektur schrittweise auf drei Abstraktionsebenen entwickelt. Zur Überwindung der semantischen Lücke zwischen der fachlichen Aufgabenträgerebene und den Anforderungen an die softwaretechnische Spezifikation einer REST-Architektur werden Transformationsregeln für die Ableitung der REST-Ressourcen angegeben. Die betrieblichen Transaktionen des Geschäftsprozessmodells bilden dabei die fachliche Basis für die Identifikation der Ressourcen. Ergebnis des Entwicklungsprozesses ist die Spezifikation einer RESTful SOA anhand von Ressourcenschema, UML-Klassendiagramm und BPMN-Workflowschema. Anhand einer Fallstudie erfolgte eine erste Validierung des Ansatzes. Das von Richardson und Ruby beschriebene Vorgehen (Abschnitt 2.2) wird, für die Schritte 1 und 2 vollständig und für die Schritte 3 und 4 teilweise, mit dem konzipierten Ansatz unterstützt.

Die Beschreibung der softwaretechnischen Architektur soll in einer weiteren Arbeit verfeinert werden. Beispielsweise integriert das abgeleitete BPMN-Workflowschema die Innen- und Außensicht der REST-Anwendung. Eine Trennung beider Sichten kann zur Reduktion der aktuell noch hohen Modellkomplexität beitragen. Die Beschreibung der abgeleiteten Ressourcen kann durch Angabe erweiterter Merkmale, wie z.B. alternativer Ressourcentypen oder Repräsentationen, präzisiert werden. Die Überarbeitung der softwaretechnischen Spezifikation wurde in diesem Beitrag beispielhaft für eine Fallstudie durchgeführt. Bei dieser Überarbeitung handelt es sich zwar um eine modellgestützte, aber dennoch manuelle Tätigkeit. Der Systementwickler kann hierbei z.B. durch die Vorgabe von Überarbeitungsregeln besser unterstützt werden. Nicht Teil dieser Arbeit sind die Betrachtung des Übergangs auf die Implementierungsebene sowie die Diskussion von Anforderungen, die sich aus Implementierungsalternativen an eine softwaretechnische Beschreibung der REST-Anwendung ergeben können. Die Spezifikation der RESTful SOA soll in einem weiteren Beitrag als Ausgangspunkt für eine prototypische Implementierung dienen. Somit kann eine Erweiterung und stärkere Validierung des Ansatzes erfolgen. Weitere Fallstudien sind hierzu notwendig. Eine metamodellbasierte Integration von fachlicher und software-technischer Ebene erscheint vielversprechend.

## 7 Literatur

- [1] Allamaraju, S (2010): RESTful Web Services Cookbook. O'Reilly, Sebastopol.
- [2] Bernhard, R; Jahn, BU (2009): Modellgetriebene Entwicklung von Serviceorientierten Architekturen. In: Hansen, HR; Karagiannis, D; Fill, HG (Hrsg.), *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009*. Wien.
- [3] Bork, D; Sinz, EJ (2011): Ein Multi-View-Modellierungswerkzeug für SOM-Geschäftsprozessmodelle auf Basis der Meta-Modellierungsplattform ADOxx. In: Sinz, EJ; Bartmann, D; Bodendorf, F; Ferstl, OK (Hrsg.), *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*: 369-384. University of Bamberg Press, Bamberg.
- [4] Burke, B (2009): RESTful Java with JAX-RS. O'Reilly, Sebastopol.
- [5] Erl, T (2008): SOA: Principles of Service Design. Prentice Hall, Upper Saddle River.

- [6] Ferstl, OK; Sinz, EJ (1995): Der Ansatz des Semantischen Objektmodells (SOM) zur Modellierung von Geschäftsprozessen. *Wirtschaftsinformatik* 37(3):209-220.
- [7] Ferstl, OK; Sinz, EJ (2008): *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. 6. Auflage. Oldenbourg, München.
- [8] Fielding, R (2000): *Architectural Styles and The Design of Network-based Software Architectures*. PhD thesis, University of California, Irvine.
- [9] Laitkorpi, M; Selonen, P; Systä, T (2009): Towards a Model-Driven Process for Designing ReSTful Web Services. In: *ICWS '09 Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Web Services*: 173-180. Los Angeles.
- [10] MacKenzie, CM; Laskey, K; McCabe, F; Brown, PF; Metz, R (2006): Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0 – OASIS Standard. <http://docs.oasis-open.org/soa-rm/v1.0/soa-rm.pdf>. Abgerufen am 01.12.2011.
- [11] Melzer, I (2010): *Service-orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte – Standards – Praxis*. 4. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [12] Pautasso, C; Zimmermann, O; Leymann, F (2008): RESTful Web Services vs. Big Web Services: Making the Right Architectural Decision. In: *Proceedings of the 17th World Wide Web Conference*. Beijing, China.
- [13] Pütz, C; Sinz, EJ (2010): Modellgetriebene Ableitung von BPMN-Workflowschemata aus SOM-Geschäftsprozessmodellen. In: Engels G, Karagiannis D, Mayr HC (Hrsg.), *Proceedings Modellierung 2010*. Köllen, Bonn.
- [14] Richardson, L; Ruby, S (2007): *RESTful Web Services*. O'Reilly, Sebastopol.
- [15] Schreier, S (2011): Modeling RESTful applications. In: Pautasso C; Wilde, E (Hrsg.), *Proceedings of the Second International Workshop on RESTful Design*. Hyderabad.
- [16] Thomas, O; Leyking, K; Dreifus, F; Fellmann, M; Loos, P (2007): *Serviceorientierte Architekturen: Gestaltung, Konfiguration und Ausführung von Geschäftsprozessen*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Saarbrücken.
- [17] Thomas, O; Leyking, K; Scheid, M (2009): Vorgehensmodelle zur Entwicklung service-orientierter Softwaresysteme. In: Hansen, HR; Karagiannis, D; Fill, HG (Hrsg.), *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009*. Wien.
- [18] Tilkov, S (2009): *REST UND HTTP: Einsatz der Architektur des Web für Integrations-szenarien*. Dpunkt.verlag, Heidelberg.
- [19] Vinoski, S (2008): RESTful Web Services Development Checklist. *IEEE Internet Computing*, 12(6):94-96.
- [20] Vinoski, S (2008): Serendipitous Reuse. *IEEE Internet Computing* 12(1):84-87.
- [21] Xu, X; Liming, Z; Yan, L; Staples, M (2008): Resource-Oriented Architecture for Business Processes. In: *Proceedings of the 15th Asia-Pacific Software Engineering Conference*: 395-402. Beijing, China.

# DeCREE: Eine Domänenspezifische Sprache zur Modellierung von Choreography-First Szenarien

Philipp Gringel, Stefan Gudenkauf, Steffen Kruse

OFFIS – Institut für Informatik, 26121 Oldenburg,

E-Mail: {philipp.gringel | stefan.gudenkauf | steffen.kruse}@offis.de

## Abstract

Die Choreografie-Diagramme der BPMN 2.0 erlauben die Modellierung von Interaktionsprotokollen zwischen verschiedenen Teilnehmern. Es ist sinnvoll, die jeweiligen Zuständigkeiten der Teilnehmer explizit mit zu modellieren. Herausforderungen sind die strikte Einhaltung der relevanten BPMN-Untermenge zur Erhaltung von Konformität und Interoperabilität, sowie die Handhabung der Zuständigkeiten als Modellelemente erster Klasse um Interaktionsprotokolle auf fachlich höherer Ebene validieren zu können. Mit dem vorgeschlagenen *Choreography-First* Ansatz und der Modellierungssprache *DeCREE* bewältigen wir diese Herausforderungen. Das Metamodell von *DeCREE* umfasst sowohl eine BPMN-Untermenge als auch RACI-Zuständigkeiten. Als Beleg für die Machbarkeit stellen wir eine Implementierung der DSL auf Basis des Xtext Language Frameworks vor.

## 1 Motivation

Das Management von organisationsübergreifenden Geschäftsprozessen macht es notwendig, den Nachrichtenaustausch zwischen den einzelnen Teilnehmern explizit zu handhaben. Choreografien stellen hierzu eine Abstraktion dar, die die Reihenfolge des Nachrichtenaustauschs in den Vordergrund stellt. Eine Choreografie definiert die genaue Reihenfolge dieses Nachrichtenaustauschs unabhängig von den Prozessen der einzelnen Teilnehmer [1]. Die eigentlichen internen Prozesse der Teilnehmer sind dabei nur soweit von Interesse, als dass sie die zu sendenden oder zu empfangenden Nachrichten korrekt und in der korrekten Reihenfolge implementieren. Mit dem Erscheinen der Business Process Model and Notation (BPMN) in der Version 2.0 ist es nun möglich, Choreografien formal zu modellieren und die Schnittstellen zum Entwurf der organisationsinternen Prozesse abzuleiten [5, S. 325].

Werden Choreografien frühzeitig im Entwicklungsprozess organisations-übergreifender Geschäftsprozesse modelliert, können sie als *vertragliches Kommunikationsprotokoll* zwischen den beteiligten Teilnehmern angesehen und als Rahmen für den Prozessentwurf genutzt werden. Dies spiegelt sich auch in der Definition von Choreografien in der BPMN 2.0 Spezifikation wieder: „A Choreography is a definition of expected behavior, basically a

procedural business contract, between interacting Participants” [5, S. 315]. Die vertragliche Vereinbarung umfasst dabei nicht nur die Spezifikation der durchzuführenden kollaborativen Aktivitäten, sondern legt auch die Beteiligung der jeweiligen Teilnehmer fest. Außerdem können durch das frühzeitige Modellieren von Choreografien Inkompatibilitäten der Prozessentwürfe der einzelnen Teilnehmer und ein zusätzlicher Aufwand durch später durchzuführende Restrukturierungen vermieden werden.

In Organisationen gibt es eine Vielzahl von Rollen, die von unterschiedlichen Personen ausgefüllt werden können. Dabei können folgende, grundlegende Überlegungen angestellt werden [9]: Das *Rollenverständnis*, das eine Person seiner Rolle entgegen bringt, kann von den *Erwartungen* Dritter an die Rolle abweichen. Diese Erwartungen werden in der Regel von den erwarteten Arbeitsergebnissen der Rolle definiert. Davon kann wiederum das eigentliche *Rollenverhalten* der die Rolle ausfüllenden Person abweichen. Dem dadurch entstehenden Spannungsverhältnis in kollaborativen Geschäftsprozessen kann mit einem Abgleich der Rollenverständnisse aller Beteiligten begegnet werden. Daher ist es bei der vertraglichen Vereinbarung der Interaktionsprotokolle notwendig, zusätzlich zur Spezifikation der kollaborativen Aktivitäten und den jeweiligen Beteiligungen auch das Rollenverständnis der einzelnen Teilnehmer in einer Choreografie vertraglich zu vereinbaren. Hierzu kann die von Smith und Erwin beschriebene RACI-Methode verwendet werden [9], um durch die explizite Beschreibung von *Zuständigkeiten* eine Rolle in Beziehung zu einer von ihr durchzuführenden Aktivität zu setzen. Als Folge können aus unterschiedlichen Rollenverständnissen entstehende Zuständigkeitskonflikte in Choreografien frühzeitig aufgedeckt und vermieden werden.

Der in diesem Beitrag vorgestellte Ansatz *Choreography-First* adressiert die formale Modellierung von Choreografien in einer frühen Phase des Entwicklungsprozess und umfasst die Modellierung des Interaktionsprotokolls zwischen Teilnehmern und deren gemeinsames Rollenverständnis. Hierzu werden die BPMN 2.0-Sprachelemente zur Modellierung von Choreografie-Diagrammen um Elemente für RACI-Zuständigkeiten erweitert. Damit können sowohl das Interaktionsprotokoll als auch die Zuständigkeiten der Teilnehmer für den späteren Prozessentwurf frühzeitig vertraglich vereinbart werden. Für die technische Umsetzung betrachten wir die folgenden Anforderungen (Tabelle 1):

Schlüssel	Anforderung
A1	BPMN 2.0-Konformität: Als de facto-Standard genießt die BPMN 2.0 eine hohe Verbreitung. Sie unterstützt Choreografien nativ.
A2	Interoperabilität: Die Umsetzung soll interoperabel zu gängigen BPMN 2.0-Werkzeugen sein um Medienbrüche im Entwicklungsprozess so gering wie möglich zu halten.
A3	Iteratives Vorgehen: Die Umsetzung soll iterative Vorgehen bestmöglich unterstützen. Modellanpassungen in späteren Phasen des Entwicklungsprozesses sollen ein Minimum an weiteren Änderungen verursachen.
A4	Usability: Die Umsetzung soll aus Nutzersicht möglichst komfortabel sein und gängige Erwartungen an modernen Werkzeugen gerecht werden.
A5	Validierung: Die Umsetzung soll die strukturelle und an der Fachdomäne orientierte Validierung der Modelle ermöglichen und frühzeitig auf Fehler hinweisen. Wenn möglich sollen standardisierte Lösungen bereitgestellt und automatisch durchgeführt werden.

**Tabelle 1: Anforderungen an die technische Umsetzung von Choreography-First**

Mit über 150 Entitäten im Metamodell und mindestens 11 Diagrammtypen auf verschiedenen Abstraktionsebenen ist die BPMN 2.0-Spezifikation komplex [5, S. 41]. Die Beschränkung auf die wesentlichen Aspekte der betrachteten Anwendungsdomäne fällt auch erfahrenen Fachmodellierern schwer. Die gängige Praxis empfiehlt daher, zunächst eine Untermenge der BPMN zu identifizieren und anschließend ausschließlich diese zu verwenden [10]. Die strikte Einhaltung dieser Untermenge liegt dabei im Verantwortungsbereich der Fachmodellierer. Reine BPMN 2.0 Modellierungswerkzeuge können diese Konformität üblicherweise nicht erzwingen. Zusätzlich macht die Modellierung von RACI-Zuständigkeiten eine Erweiterung notwendig, die in der BPMN 2.0 selbst nicht vorgesehen ist. Grundsätzlich sieht die Spezifikation einen Erweiterungsmechanismus über so genannte Extensions vor [5, S. 57ff.]. Dieser hat jedoch schwerwiegende Nachteile: Erstens ist die fachliche Validierung der Erweiterungen nicht vorgesehen (**A5**). BPMN-Werkzeuge setzen zwar die strukturelle Konformität von Modellen zum BPMN 2.0-Metamodell durch, erlauben aber keine fachliche Prüfung von Extensions. Zweitens ist es fraglich, ob über Werkzeugketten hinweg neue Notationselemente einheitlich handgehabt und ausgetauscht werden können (**A4**). Drittens können Extensions die Interoperabilität von Werkzeugen brechen, da BPMN 2.0 ihre Weitergabe in Werkzeugketten nicht garantiert (**A3** und **A4**) [5, S. 57].

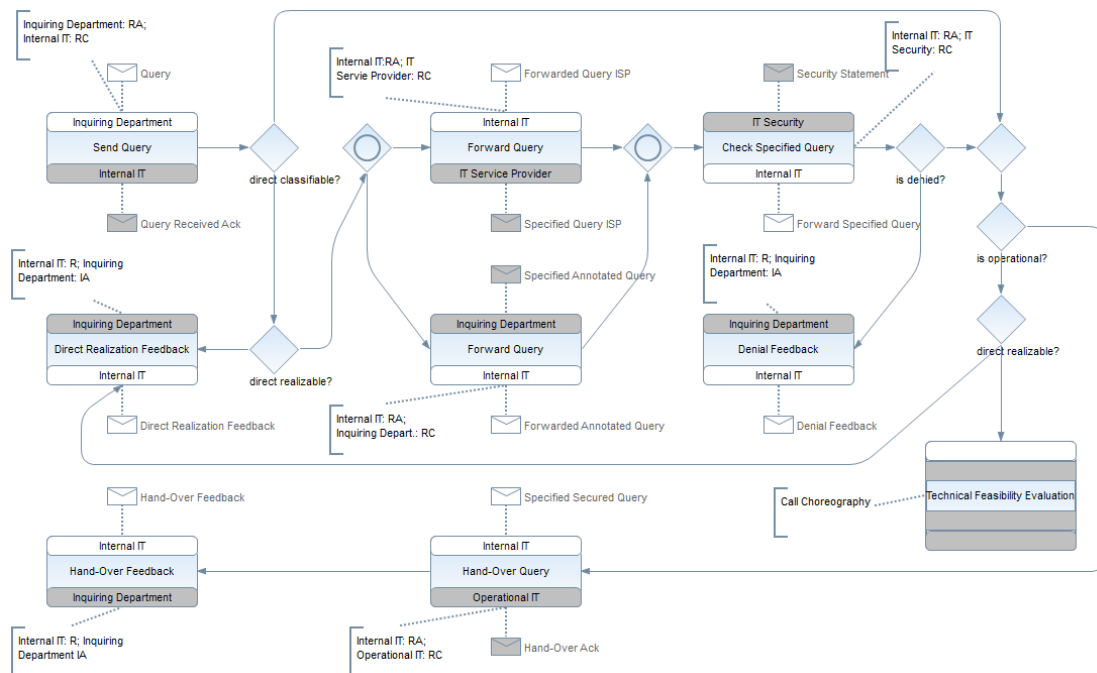
In der Konsequenz wurde der folgende technische Ansatz gewählt: Im ersten Schritt wurde eine Untermenge des BPMN Metamodells gewählt, dass genau die Elemente enthält, die für die minimale Modellierung von Choreografien nötig sind (Anforderung **A1**). Diese Untermenge wurde dann um Elemente für die RACI-Zuständigkeiten erweitert und als Metamodell formalisiert. Die durch das Metamodell repräsentierte abstrakte Syntax wurde anschließend um eine konkrete Syntax ergänzt, um die textuelle domänenspezifische Sprache *DeCREE* für um Zuständigkeiten erweiterte Choreografien zu erhalten (DSL for Choreography Responsibility Engineering). Die Semantik der Sprache wird von der BPMN 2.0 Spezifikation und der RACI-Methode bereitgestellt. Mit dem Eclipse Xtext Framework [11] wurden ein Parser für die Sprache und eine dazugehörige Werkzeugumgebung als Eclipse-Plugin entwickelt und um Mechanismen zur Validierung wie Warnungen bei Validierungsfehlern und automatischen Quickfixes erweitert (Anforderungen **A4** und **A5**). Die so entstandene Arbeitsumgebung stellt eine konsistente, auf den Fachexperten ausgerichtete Werkzeugunterstützung für um Zuständigkeiten erweiterte Choreografien dar.

Die separate Arbeitsumgebung erfordert Mechanismen zur Interoperabilität zwischen *DeCREE* und BPMN. Hierzu wurde eine auf dem Query/View/Transformation-Standard (QVT) basierende bidirektionale Transformation entwickelt, deren Regeln den Zusammenhang zwischen Elementen von *DeCREE* und der BPMN beschreiben und die automatisierte Transformation konformer Elemente zwischen den beiden Sprachen erlauben. Dabei wurden die für RACI hinzugefügten Elemente auf BPMN-Annotationen abgebildet, damit diese von standardkonformen BPMN 2.0-Werkzeugen gelesen werden können (Anforderung **A2**). Nach der erstmaligen Transformation von DSL zu BPMN 2.0 werden die erzeugten BPMN 2.0-Modelle um einfache Layout-Informationen angereichert, um diese auch grafisch darstellbar zu machen. Zusätzlich bietet die QVT-Transformation die Möglichkeit, bei der erneuten Transformation von Modellen auf die Trace-Informationen vorhergehender Ausführungen zurückzugreifen und so Updates von Modellen nach Veränderungen von Modellteilen durchzuführen. Dies ermöglicht iterative Entwicklungsprozesse: Nachträgliche

Änderungen können mit minimalen Änderungen auf BPMN 2.0-Modelle automatisch übertragen werden, ohne Änderungen auf Seiten der BPMN-Modelle zu überschreiben (Anforderung A3).

## 2 Szenario

Bild 1 beschreibt das anonymisierte Szenario „Fachliche Machbarkeit prüfen“ aus dem IT-Anforderungsmanagement eines IT-Consulting-Unternehmens als BPMN Choreografie. Im Fokus stehen dabei durch Kontrollflüsse geordnete Choreografie-Aktivitäten. Sie repräsentieren den Austausch einer oder mehrerer Nachrichten zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern. Der initiiierende Teilnehmer wird dabei als weißes Band, die reagierenden als graues Band an die Choreografie-Aktivität annotiert. Analog wird die initiiierende Nachricht weiß, die Rücksendungen grau schattiert dargestellt. Der Kontrollfluss zwischen den einzelnen Aktivitäten erfolgt dabei analog zu herkömmlichen BPMN Prozessmodellierungen (Sequenzflüsse, Entscheidungen, Ereignisse), ist aber hinsichtlich der Anzahl der zugelassenen Elemente eingeschränkt.



**Bild 1:** Szenario „Fachliche Machbarkeit prüfen“ aus dem IT-Auftragsmanagement

Gegenstand des Szenarios ist die Prüfung einer Anforderung, die eine Fachabteilung eines Unternehmens an die unternehmensinterne IT-Abteilung (Interne IT) stellt. Dies kann beispielsweise eine einfache Porttfreigabe sein. Die Anforderung wird durch die Interne IT zunächst auf ihre fachliche Machbarkeit geprüft und bei direkter Realisierbarkeit sofort umgesetzt. Weitere Beteiligte sind dabei die IT-Sicherheitsabteilung sowie gegebenenfalls ein externer IT Service Provider, von dem gegebenenfalls zusätzliche Informationen eingeholt werden müssen. Sollte die Umsetzung der Anfrage in den Aufgabenbereich der Operationalen IT fallen, wird die Anfrage an die Operationale IT übergeben. Alternativ ist die weitere technische Machbarkeitsprüfung notwendig.



Wie das Szenario zeigt, sind die Zuständigkeiten der einzelnen Teilnehmer an den Choreografieaktivitäten mit Hilfe der RACI-Technik annotiert [9]. Dabei werden Zuständigkeiten danach modelliert, ob ein Teilnehmer durchführungsverantwortlich (*responsible*, R), rechnungspflichtig oder kostenverantwortlich (*accountable*, A), zu konsultieren (*consulted*, C), oder zu informieren (*informed*, I) ist. Dies kann als naheliegende Erweiterung des Choreografiemodells angesehen werden, da die BPMN 2.0 Spezifikation die Notwendigkeit von Zuständigkeiten bei Choreografieaktivitäten mit mehreren Teilnehmern erkennt, aber nicht weiter auf deren Spezifikation eingeht: „[I]f there are more than two Participants, then the modeler needs to be careful to sequence the Choreography Activities in such a way that the Participants know when they are responsible for initiating the interactions.“ [S. 317, BPMN]. Mit RACI annotierte Choreografieaktivitäten erlauben es, Unstimmigkeiten in der Choreografiemodellierung leicht zu erkennen. Beispielsweise sollte immer nur ein Teilnehmer pro Choreografieaktivität *accountable* sein und der initiiierende Teilnehmer immer *responsible*. In der BPMN 2.0 sind RACI-Zuständigkeiten jedoch keine Elemente erster Klasse und können nur als Textannotationen oder den bereits genannten Extensions modelliert werden. Eine Validierung auf fachliche Korrektheit der um Zuständigkeiten erweiterten Choreographien ist nicht möglich.

### 3 Verwandte Arbeiten

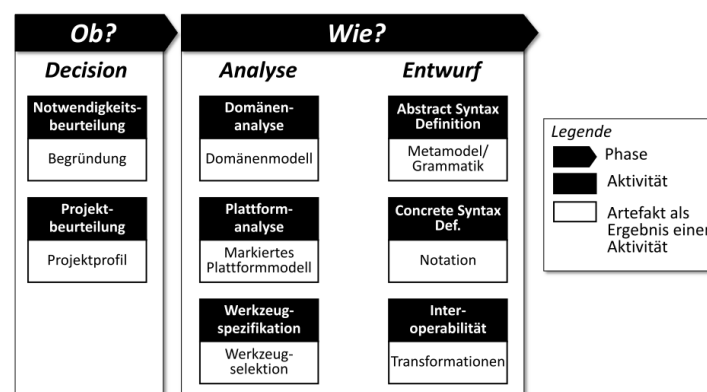
Domänenspezifische Sprachen (DSLs) sind Sprachen, die auf eine bestimmte Anwendungs- oder Fachdomäne ausgerichtet sind und ihre Allgemeingültigkeit gegen eine erhöhte Ausdruckskraft in der entsprechenden Domäne tauschen [3]. Sie zielen auf eine Verbesserung der Produktivität in der Softwareentwicklung ab, indem sie von den technischen Details der verwendeten Plattform abstrahieren. Obwohl die Idee der domänenspezifischen Modellierung, also der abstrahierenden Darstellung von Sachverhalten einer fachlichen Domäne auf möglichst hohem Niveau, schon lange existiert, hat sich ihr Potenzial erst im Rahmen der modellgetriebenen Softwareentwicklung (MDSD) ausgeweitet: Zum einen beschränkt sich die Nutzung von DSLs nicht mehr allein auf die anwendungsnahe Programmierung, sondern betrachtet auch direkt für Fachexperten verständliche Fachmodelle. Zum anderen existieren ausgereifte Frameworks, um die Infrastruktur einer DSL aus der Sprachdefinition größtenteils generieren zu können. Als Beispiel sei hier das eingangs erwähnte Xtext Language Framework genannt. Als Folge dieser Entwicklung können DSLs heutzutage als Standardwerkzeug im Repertoire der Softwareentwicklung aufgefasst werden [12].

Mernik et al. beschreiben in ihrem Artikel Muster, die sie für den Entwurf, die Analyse und die eigentliche **Entwicklung einer DSL** identifiziert haben [3]. Dazu gehören Entwurfsmuster zur Ausnutzung einer bestehenden Wirtssprache. Wird eine bestehende Sprache teilweise genutzt und um fachspezifische Elemente erweitert, bezeichnen sie dies als *Piggybacking*. Da die in diesem Beitrag beschriebene DSL DeCREE die BPMN 2.0 nicht nur teilweise nutzt, sondern auch um neue Konzepte erweitert, kann der vorliegende Beitrag als *BPMN 2.0-Piggybacking* bezeichnet werden.

Zu Beginn der 1990er Jahre wurden die ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) zur **Beschreibung von Geschäftsprozessen** eingeführt. Diese lassen sich durch beschreibende Komponenten erweitern (eEPK) [4]. Diese Komponenten können zum

Beispiel einen Datenfluss oder eine Organisationseinheit beschreiben. Zwischen den Funktionen einer eEPK und einer Organisationseinheit kann beispielsweise eine Relation „führt aus“ genutzt werden, um die Ausführungsverantwortlichkeit der Organisationseinheit für eine Funktion zu beschreiben. Dies kann als einfache Alternative zu RACI-Zuständigkeiten angesehen werden, ist aber beschränkt auf eEPK. Die bereits in den ersten Versionen der BPMN vorhandenen Prozessdiagramme werden zum Beispiel in [13-15] um die Möglichkeit erweitert, **Autorisierungsbeschränkungen auf Task-Ebene** einzuführen. In [13] wird der Schwerpunkt auf Autorisierungsanforderungen gelegt und die BPMN-Modellelemente zu diesem Zweck mit zusätzlichen Eigenschaften angereichert. Der Ansatz verwendet als Grundlage für die Semantikbeschreibung gefärbte Petri Netze und beschränkt sich auf Autorisierungsanforderungen innerhalb eines Prozesses, also auf Ebene der Prozessdiagramme. In [2] wird beschrieben, wie die Prozessdiagramme der BPMN 1.1 um Beschränkungen bzgl. der Ressourcenverteilung erweitert werden können. Die Autoren **erweitern ein Metamodell der BPMN** um entsprechende Klassen, wie zum Beispiel um Rollen, die über eine bestimmte Ressource (z.B. Mitarbeiter, der die Rolle ausfüllt) mit Instanzen von Tasks in Relation stehen. Die Einschränkungen der Zuweisung von Ressourcen zu Tasks werden in OCL (Object Constraint Language) notiert. Um diese Notation vor dem Endnutzer zu verbergen, setzen die Autoren auf ein auf Oryx basierendes Werkzeug in dem die Einschränkungen der Ressourcenverteilung mit Hilfe eines Wizards definiert werden können. Die Rollenzuweisung und die Einschränkungen finden im Werkzeug nach der Definition eines Tasks statt. Rodríguez et al. haben ein **eigenes Metamodell** entwickelt, das sie aus den Prozessdiagrammen der BPMN 1.0 abgeleitet und um Aspekte der Sicherheitsmodellierung erweitert haben [7].

Die beschriebenen Ansätze haben gemein, dass sie sich mit den Kollaborationsdiagrammen der BPMN vor der Version 2.0 befassen. Auch sahen sich die Autoren gezwungen, durch ein vor BPMN 2.0 fehlendes, formales Metamodell, ein eigenes Metamodell zu definieren und dieses gemäß ihren Anforderungen zu erweitern. Es bleibt zu prüfen in wie fern die beschriebenen Ansätze nach der Standardisierung des BPMN Metamodells durch die OMG in 2011 weiterhin ohne Anpassungen genutzt werden können. Eine **BPMN 2.0 Metamodellerweiterung** findet sich in [8]. Dort wird der Erweiterungsmechanismus der BPMN 2.0 (Extensions) genutzt, um sog. *Compliance Scopes* in Prozessdiagrammen definieren zu können. Wie eingangs erwähnt wird dieser Ansatz jedoch nur durch wenige Werkzeuge unterstützt und es fehlen grafische Notationen und Möglichkeiten zur Validierung der fachlich erweiterten Modelle.



**Bild 2: Vorgehen zur DSL-Entwicklung**

## 4 Entwicklung von DeCREE

Zum Entwurf von DeCREE und der Infrastruktur wurde ein auf dem Phasenmodell von Mernik et al. basierendes [3] Vorgehen verwendet. Bild 2 zeigt einen Überblick über die durchgeführten Aktivitäten und deren Ergebnisse. Die Entwicklungsaktivitäten wurden dabei bedarfsgerecht und in kurzen Feedback-Zyklen über die verschiedenen Versionen der Ergebnisse durchgeführt. Zur Beantwortung der Frage, ob eine DSL entwickelt werden soll, sehen wir die Notwendigkeitsbewertung durch Abschnitt 1 als positiv beantwortet an.

### 4.1 Analyse

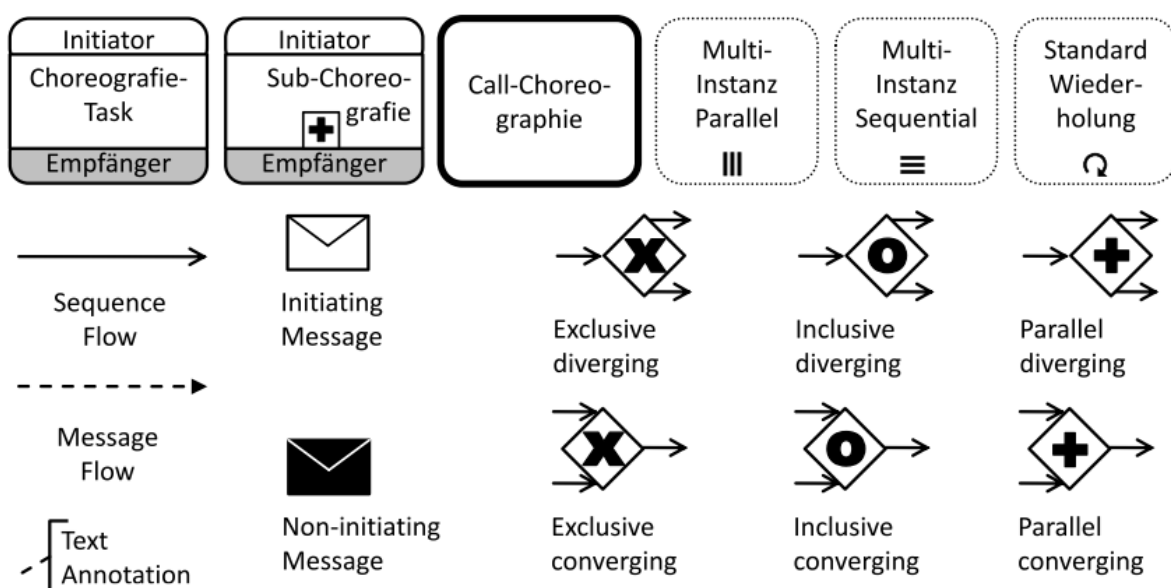
Zur Beantwortung der Frage, *wie* die DSL entwickelt werden soll, wurde zunächst eine Domänenanalyse durchgeführt. Die Zieldomäne wird als *um RACI erweiterte BPMN 2.0-interoperable, fachlich höherwertige Geschäftschoreografien* bezeichnet. Die anschließende Plattformanalyse lieferte eine Übersicht der relevanten BPMN 2.0 Modellfragmente. Hierzu wurde die für höherwertige Choreografien notwendige minimale Untermenge der BPMN 2.0 identifiziert und die zugehörigen Elemente im Metamodell der BPMN 2.0 ausfindig gemacht (Anforderung **A1**). Die so identifizierten Metamodellfragmente stellten das Ausgangsmaterial für den Entwurf der abstrakten Syntax der DSL sowie für die Modelltransformationen zur BPMN 2.0-Interoperabilität dar (Anforderung **A2**). Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der identifizierten Elemente zusammen mit einer Beschreibung für die Auswahl. Die fett markierten BPMN-Elemente stellen die primären Konzepte der Fachdomäne dar.

<b>BPMN 2.0 Element</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>Choreography</b>	Oberstes Modellelement zur Repräsentation des Konzepts Choreografie
<b>Participant</b>	Repräsentation eines Teilnehmers in organisationsübergreifenden Geschäftsprozessen
<i>FlowElementsContainer</i>	Abstrakte Oberklasse zur Definition der Obermenge aller relevanten Modellelemente in Choreografien
<i>FlowElement</i>	Abstrakte Oberklasse aller relevanten Modellelemente in Choreografien
<i>FlowNode</i>	Abstrakte Oberklasse für Elemente, die als Quellen und Ziele durch Sequenzflüsse verbunden werden können
<i>ChoreographyActivity</i>	Abstrakte Oberklasse, die eine Interaktion zwischen einen oder mehreren Teilnehmern repräsentiert (Choreografie-Aktivität)
<b>ChoreographyTask</b>	Atomare Interaktion zwischen zwei Teilnehmern, die ein oder zwei Nachrichtenaustausche umfasst
<b>SubChoreography</b>	Zusammengesetzte Interaktion zweier oder mehrerer Teilnehmer, die wiederum als Repräsentation des Konzepts Choreografie gilt
<b>CallChoreography</b>	Platzhalter für die Einbindung einer weiteren Choreografie in die aktuelle Choreografie
<i>ChoreographyLoopType</i>	Repräsentation des Wiederholungsverhaltens einer Choreografie-Aktivität
<b>Message</b>	Gegenstand des Nachrichtenaustauschs zwischen zwei Teilnehmern
<b>MessageFlow</b>	Repräsentation von Nachrichtenaustausch zwischen zwei Teilnehmern
<b>SequenceFlow</b>	Repräsentation der Ausführungsreihenfolge von Choreografie-Aktivitäten
<i>Expression</i>	Repräsentation einer unterspezifizierten Bedingung in natürlicher Sprache, die für einen Sequenzfluss gilt

<i>Gateway</i>	Abstrakte Oberklasse zur Repräsentation von konvergierenden und divergierenden Verzweigungen in Sequenzflüssen
<b>ExclusiveGateway</b>	Darstellung alternativer Ausführungsreihenfolgen innerhalb einer Choreografie, wobei ausschließlich eine Alternative zur Ausführung kommt
<b>InclusiveGateway</b>	Darstellung alternativer Ausführungsreihenfolgen innerhalb einer Choreografie, wobei mehrere Alternativen zur Ausführung kommen können
<b>ParallelGateway</b>	Darstellung nebenläufiger Ausführungsreihenfolgen innerhalb einer Choreografie, die parallel zur Ausführung kommen
<i>GatewayDirection</i>	Spezifikation, ob Gateways mehrere eingehende, aber nur einen ausgehenden Sequenzfluss haben (converging), oder ob sie nur einen eingehenden, aber mehrere ausgehende Sequenzflüsse haben (diverging)

**Tabelle 2: Übersicht der identifizierten Elemente aus dem BPMN 2.0 Metamodell**

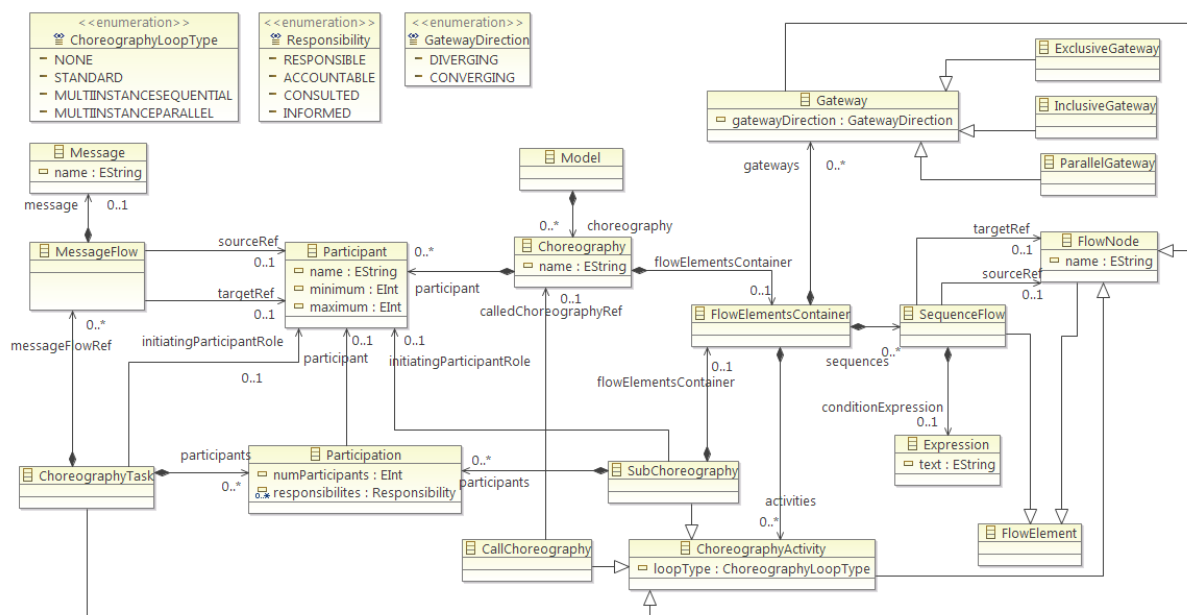
In der BPMN 2.0 können durch Events und Event-based Gateways Entscheidungen als Reaktionen auf eintreffende Ereignisse modelliert werden. Diese Entscheidungen sind jedoch passiver Natur, da die eigentliche Entscheidung von außen getroffen worden ist. Dies kann z. B. durch einen anderen Teilnehmer in der Choreografie geschehen sein, der auf Basis ihm vorliegender Informationen die eigentliche Entscheidung (z. B. per Exclusive Gateway) getroffen hat und das passive Nachvollziehen der Entscheidung bei den anderen Teilnehmern durch Nachrichtenereignisse veranlasst. Da in der DSL die aktiven Handlungen der Teilnehmer im Vordergrund stehen sollen, wurden Ereignisse und ereignisbasierte Entscheidungen nicht berücksichtigt. Aus Gründen der Verständlichkeit wurden komplexe Entscheidungen ebenso nicht berücksichtigt. Diese werden in der BPMN 2.0 als Complex Gateways modelliert und stellen Synchronisationspunkte dar, die erst bei der Ausführung einer bestimmten Anzahl eingehender Sequenzflüsse die weitere Ausführung anstoßen. Bild 3 fasst die grafische Notation der identifizierten BPMN 2.0-Untermenge zusammen. Zur Implementierung der DSL wurde das Xtext Framework aus dem Eclipse-Umfeld verwendet.



**Bild 3: BPMN 2.0 Subset für Choreografien**

## 4.2 Entwurf

Die grundlegende Grammatik einer Sprache wird durch ihre abstrakte Syntax definiert. Diese kann durch ein Metamodell dargestellt werden. Bild 4 zeigt das auf Basis der Plattformanalyse erstellte Metamodell der Choreografie-DSL. Es setzt die in Abschnitt 4.1 identifizierten Elemente in Beziehung. Das Erstellen des Metamodells kann dabei als Language Piggybacking verstanden werden: Fachspezifische Elemente (RACI-Zuständigkeiten) werden zu Teilen einer Wirtssprache (die zuvor identifizierte Untermenge der BPMN 2.0) hinzugefügt [3]. Die fachspezifischen Erweiterungen spiegeln sich im Metamodell in den Elementen Participation und Responsibility wieder. Participation ist eine notwendige Indirektion zwischen Teilnehmern und der tatsächlichen Beteiligung in Choreografie-Aktivitäten. Während Participant als Rolle in der gesamten Kollaboration gesehen werden muss, ist Participation die Beteiligung des Teilnehmers an einem konkreten Nachrichtenaustausch anzusehen. Die Zuständigkeiten in der Beteiligung sind durch die Enumeration Responsibility modelliert. Deren Notwendigkeit wird bereits in der BPMN 2.0 Spezifikation bezüglich der Beteiligung mehrerer Teilnehmer erkannt, jedoch nur ungenügend abgebildet: Es wird von Instanzattributen des Elements Participant Multiplicity gesprochen, die aber keine Entsprechung im Metamodell der BPMN 2.0 haben [5, S. 119].



**Bild 4: DeCREE Metamodell**

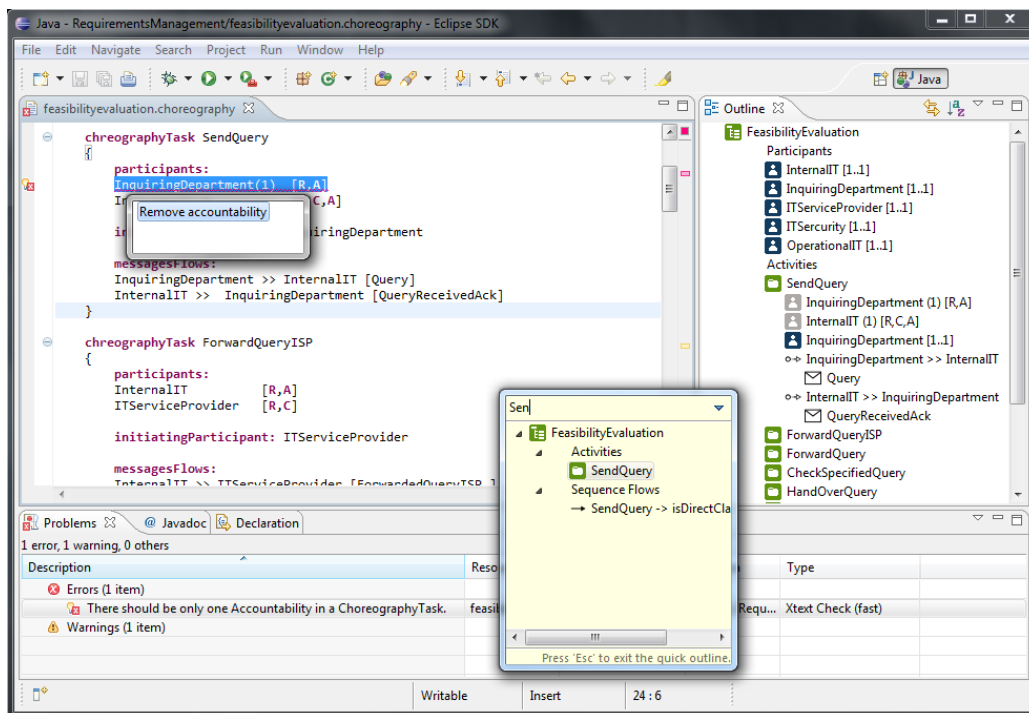
Die konkrete Syntax der DSL, also dessen textuelles oder grafisches Erscheinungsbild, wurde auf Basis der abstrakten Syntax definiert. Für die Umsetzung wurde eine von Fachexperten leicht zu erfassende textuelle Notation gewählt. Das folgende Code Listing zeigt einen Auszug aus der Modellierung des Anwendungsszenarios aus Abschnitt 2. Zunächst werden die Choreografie und ihre Teilnehmer inklusive ihrer möglichen Kardinalität definiert. Danach wird die Choreografie-Task Send Query dargestellt, durch die die gesamte Choreografie gestartet wird. Anschließend wird das nachfolgende Gateway und der zugehörige Sequenzfluss zwischen Choreografie-Task und Gateway definiert.

```

choreography FeasibilityEvaluation {
  participants:
    InternalIT [1..1] //Teilnehmer mit Kardinalitätsintervall
    InquiringDepartment [1..1]
    ...
  activities:
    chreographyTask SendQuery {
      participants:
        InquiringDepartment(1) [R,A] //Beteiligungen m. Anzahl u. Zuständigkeit
        InternalIT(1) [R,C]
      initiatingParticipant:
        InquiringDepartment
      messagesFlows:
        InquiringDepartment >> InternalIT [Query] //N.-fluss u. Nachricht
        InternalIT >> InquiringDepartment [QueryReceivedAck]
    }
    ...
  gateways:
    xor isDirectClassifiableSplit split //Entscheidung mit Direction
    ...
  sequenceFlows:
    SendQuery -> isDirectClassifiableSplit
    ...
}

```

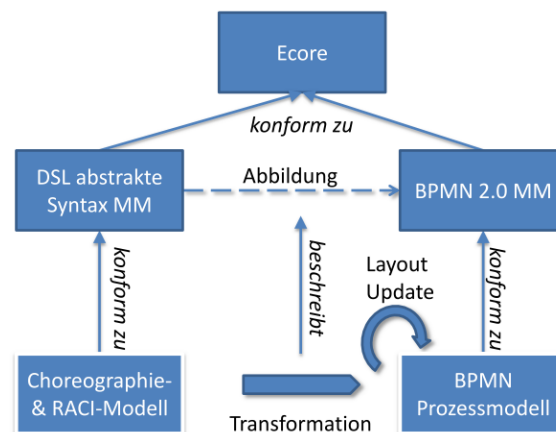
Wie am Beispiel zu sehen ist, hat die textuelle Notation den Vorteil, dass im Gegensatz zu einem grafischen Choreografiemodell das textuelle Modell gut für die iterative kollaborative Arbeit geeignet ist (Anforderung **A3**). Der Grund hierfür ist dessen blockbasierte Struktur, die eine Aufteilung des Modells auf mehrere Dokumente, sowie eine Aufteilung der Arbeit in einem einzelnen Dokument auf verschiedene Modellblöcke ermöglicht. Zudem genießen textuelle Modelle generell eine gute Werkzeugunterstützung (Anforderung **A4**). Dies betrifft besonders die notwendige Versionsverwaltung und Archivierung, wenn Choreografien als *vertragliche Werke* betrachtet werden.



**Bild 5:** DSL-Werkzeugumgebung für Choreography First-Szenarien

Bild 5 zeigt einen Ausschnitt des in Abschnitt 2 vorgestellten Szenarios als Modellierung in der mit Xtext entwickelten DSL-Werkzeugumgebung. Zur Erhöhung der Benutzerakzeptanz wurde besonderer Wert auf die fachliche Validierung und passende IDE-unterstützte Quickfixes gelegt (siehe fachliche Fehlermeldung unten links und Quickfix-Popup oben links, Anforderung **A5**). Zusätzliche Unterstützung bietet die mit BPMN-Symbolen versehene fachliche Outline View (rechts) und eine dynamische durchsuchbare Quick Outline (unten Mitte, Anforderung **A4**).

Die Interoperabilität zwischen der DSL-Werkzeugumgebung und BPMN 2.0-konformen Drittwerkzeugen wurde mittels einer *Query/View/Transformation* (QVT) Transformation hergestellt (Anforderung **A2**). QVT ist ein Standard der *Object Management Group* für bidirektionale Modell-zu-Modell-Transformationen [6]. Zur Ausführung wurde die QVT Implementierung *medini QVT* gewählt, da diese in die Eclipse-Umgebung eingebettet ist und über EMF Ecore das BPMN 2.0 Metamodell und die ebenfalls auf Ecore basierende abstrakte Syntax der DSL unterstützt (siehe Bild 6). Damit werden aus Nutzersicht Medienbrüche vermieden. Die Regeln der Transformation bilden die BPMN-Untermenge der DSL auf das vollständige BPMN 2.0-Metamodell ab. Die RACI-Zuständigkeiten werden auf BPMN 2.0 Annotationen abgebildet, um diese in BPMN 2.0-Werkzeugen sichtbar zu machen. Auf diese Weise können mit DeCREE modellierte Choreographien in beliebigen, BPMN 2.0-konformen Werkzeugen geöffnet und weiterentwickelt werden. Die Editoren bleiben unverändert und müssen nicht für die Spezialisierungen der DSL angepasst werden.



**Bild 6:** Interoperabilität durch QVT-Transformation

Zur grafischen Darstellung erfordern BPMN-Modelle Layout-Informationen. Diese werden nach Ausführung der Transformation hinzugefügt. Da die Erstellung von Layouting-Algorithmen für komplexe grafische Sprachen wie BPMN äußerst aufwendig ist wurden hier nur sehr einfache grafische Informationen hinterlegt um die Elemente darstellbar zu machen. Ein ansprechendes Layout kann in dem jeweiligen BPMN-Werkzeug vorgenommen werden.

Die QVT Transformation berücksichtigt beim erneuten Ausführen einer Transformation die Tracing-Informationen aus vorhergegangenen Ausführungen. Dadurch werden Transformationsregeln nur für solche Elemente eines Modells ausgeführt, die sich verändert haben oder hinzugekommen sind. Dies ermöglicht ein robustes Update-Verhalten. Änderungen der DeCREE-Modelle können so auch in BPMN 2.0-Modelle übertragen werden nachdem die BPMN-Modelle angepasst wurden (siehe Anforderung A3).

## 5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde anhand eines Szenarios aus der industriellen Praxis der Ansatz *Choreography-First* motiviert und eingeführt. Die ausdrückliche Modellierung der Zuständigkeiten der einzelnen Teilnehmer einer Choreografie ist essentieller Bestandteil dieses Ansatzes. Zur Unterstützung wurde die Modellierungssprache *DeCREE* entworfen und umgesetzt. Die Sprache und ihre Werkzeugunterstützung sind auf die kollaborative Modellierung durch Fachexperten zugeschnitten und konform zur BPMN 2.0. Sie sind zudem interoperabel mit BPMN 2.0-Werkzeugen, können DeCREE-Choreografiemodelle fachlich validieren und unterstützen das iterative Vorgehen in Entwicklungsprojekten. Es ist vorgesehen, sowohl Ansatz als auch Werkzeugunterstützung über das dargestellte Szenario hinaus in weiteren Projekten im Detail zu evaluieren.

## 6 Literatur

- [1] Allweyer, T (2009): Kollaborationen, Choreographien und Konversationen in BPMN 2.0. Fachhochschule Kaiserslautern, Kaiserslautern.
- [2] Awad, A; Grosskopf, A; Meyer, A; Weske, M (2009): Enabling Resource Assignment Constraints in BPMN. BPT Technical Report 04-2009, Hasso Plattner Institut, Potsdam.
- [3] Mernik, M; Heering, J; Sloane, AM (2005): When and how to develop domain-specific languages. *ACM Computing Surveys* 37(4):316-344.
- [4] Nüttgens, M; Feld, T; Zimmermann, V (1998): Business Process Modeling with EPC and UML: Transformation or Integration. In: Schader, M; Korthaus, A (Hrsg.), *The Unified Modeling Language – Technical Aspects and Applications*, Proceedings. Heidelberg, 1998.
- [5] Object Management Group. (2011): *Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0*. Object Management Group.
- [6] Object Management Group (2008): *Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification*. Version 1.0 formal/08-04-03. Needham, MA: Object Management Group.
- [7] Rodríguez, A; Fernández-Medina, E; Piattini, M (2006): A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. In: *IEICE Transactions* 90-D(4): 745-752 (2007).
- [8] Schleicher, D; Leymann, F; Schumm, D; Weidmann, M (2010): Compliance Scopes: Extending the BPMN 2.0 Meta Model to Specify Compliance Requirements. In: *Proceedings of IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA 2010)*.
- [9] Smith, ML; Erwin, J (2005): *Role and Responsibility Charting (RACI)*. [http://www.pmforum.org/library/tips/pdf\\_files/RACI\\_R\\_Web3\\_1.pdf](http://www.pmforum.org/library/tips/pdf_files/RACI_R_Web3_1.pdf). Aufgerufen am 22.09.2011.
- [10] Suarez, GN; Freund, J; Schrepfer, M (2011): *Best Practice Guidelines for BPMN 2.0*. In: L. Fischer (Hrsg), *BPMN 2.0 Handbook*. Future Strategies Inc., Lighthouse Point FL, USA.



- [11] The Eclipse Foundation (2011): Xtext 2.0. <http://www.eclipse.org/Xtext/>. Abgerufen am 21.09.2011.
- [12] Visser, E (2007): Domain-Specific Language Engineering: A Case Study in Agile DSL Development (Mark I). Delft University of Technology, Software Engineering Research Group.
- [13] Wolter, C; Meinel, C (2010): An Approach to Capture Authorisation Requirements in Business Processes. *Requirements Engineering* 15(4): 359-373 (2010).
- [14] Wolter, C; Menzel, M; Meinel, C (2008): Modeling Security Goals in Business Processes. In *Modellierung 2008, Proceedings*.
- [15] Wolter, C; Schaad, A (2007): Modeling of Task-Based Authorization Constraints in BPMN. In: Alonso, G; Dadam, P; Rosemann, M (Hrsg.), *BPM 2007, Proceedings, LNCS* 4714.



# Flexible Controls for Compliance in Catastrophe Management Processes

**Kai Kittel and Stefan Sackmann**

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Wirtschaftsinformatik und OR,  
06108 Halle, E-Mail: { kai.kittel | stefan.sackmann }@wiwi.uni-halle.de

## Abstract

Managing business processes is becoming increasingly flexible on both the conceptual and the technical level. Flexibility opens up new scopes of application. This contribution focuses on improving resilience of basic services (e.g., water supply) and rescue processes (e.g., firefighting) for catastrophic events by BPM approaches. However, flexibility is only seen as a necessary, but not sufficient condition for managing catastrophic events efficiently. Moreover, process flexibility has to be accompanied by comprehensive access to and processing of public as well as private information. Therefore, validating compliance is a still disregarded but crucial aspect. In this contribution, a model-based approach aiming at an automated adaptation of controls to changes of flexible processes is presented and discussed. As result, a future research agenda with concrete research topics is determined.

## 1 Flexibility and Compliance – Precondition for Effective Catastrophe Management Processes

Economic conditions and competition force many companies to continually search for ways to increase the efficiency of their (internal) operations [43]. Thus, a significant majority of companies use information and communication technology (IT) to support and execute their business processes and workflow management systems (WFMS) have been common practice for many years [39]. Increasing need for fast and efficient adaptation to changing demands from markets or customers' individual wishes keeps flexibility of business processes on the top of the agenda of many companies.

The need for flexibility is also an obvious topic for the management of catastrophic events. Typically, a lot of unforeseeable situations appear and flexible adaptation of ongoing catastrophe management processes (CM processes) to new situations and demands, such as maintaining basic services and rescue processes, is necessary and challenging [25], [28]. Apart from flexibility, a second important characteristic of any CM process is the validation of compliance with given rules and laws. At first glance, compliance might not be recognized as a necessary precondition for CM processes, since in the case of a catastrophic event (e.g., a destructive earthquake), staying compliant is unimportant when lives are at stake.

However, thinking of CM processes provided with flexible and comprehensive access to (sensitive) data, services and infrastructures also opens up enormous unforeseen opportunities in non-catastrophic situations, e.g., for surveillance, espionage, or intrusion into privacy. As discussed in more detail in [17], such an enormous potential of misuse could be expected to trigger a lot of social discussion and resistance, as happened with current approaches in automating data collection, integration, and analyses (e.g., SWIFT, e-Identity, RFID, or Google Street View [41], [48], [19]). Therefore, threats might be seen outweighing social benefits. Thus, powerful institutions that manage catastrophic events effectively could be expected not to gain acceptance in any open and free society. Apart from public reservations and resistance, it is doubtful that companies or private persons would cooperate on an individual level by providing free access to their data voluntarily without adequate “guarantees” and effective controls for compliance.

In this contribution, an approach for flexible integration of controls into processes is presented aiming at both the need for restrictive controls in the case of non-catastrophic events and the required flexibility of CM processes in the case of catastrophic events. For modeling information systems for catastrophe management, the conceptual separation of controls and (business) processes is discussed as a promising approach. The independent modeling of controls and business processes allows their flexible, context- and instance-specific integration on a model-based method. This contribution is completed by a detailed outline for a future research agenda and a short conclusion. Since research in this area is at very early stage, the focus lies on the identification of research problems and no evaluated artifacts are presented yet. However, the results of this paper already provide a sketch and an agenda for building research artifacts, thus laying the necessary foundation for future research in this field following the design-science paradigm [15].

## 2 Process Flexibility

Methods and tools for providing flexibility in process execution have been already developed and tested in the context of BPM (e.g., [30]). Research results show that process flexibility has to be tackled on two levels at least: firstly, on the conceptual level of the process itself and, secondly, on the operational level performing the activities. Flexibility on the conceptual level mainly addresses the capability to alter or extend the sequence of activities as well as the allocation of resources according to changed terms and conditions, e.g., to integrate (real-time) information or additional activities into instances of processes [33]. First methods and tools for providing flexibility at this conceptual level have already been developed and tested (e.g., [30]). Flexibility on the operational level mainly addresses the execution and support of activities with required and available IT infrastructure.

Currently, the most promising and common approach to gain flexibility on both levels are so-called service-oriented architectures (SOA). SOA provide a dynamic coupling of business processes with their underlying IT services (e.g., [18]) and, thus, to decouple business processes from their actual execution (e.g., [21]). The standardization of web service interfaces (e.g., [31]) allows IT services to be quickly changed technically and web services to be integrated/bought by third parties or provide/sell their own services [26]. If required, every instance of a workflow can be executed by different web services according to the actual execution environment [38] without needing changes on the conceptual process level.

In BPM, such ad hoc changes have so far often been seen as exceptions that are handled “manually”. Typically, BPM in companies usually needs days or weeks for a structural adaptation of business processes, which cannot be accepted in catastrophe management situations. However, transferring the principles of BPM and SOA with their increasing support of information and flexibility to CM processes is very promising (e.g., [34], [16], [17]): on the one hand, the diffusion of BPM and web services in companies means a sound technical basis for integrating any kind of information and service into a CM process. Further progress is to be expected, since many companies already follow extensive integration strategies, for example IBM with its vision of a “smart planet” [13]. By representing real objects (with their characteristics and status) as services, they can be flexibly integrated into CM processes even “on the fly” [46]. For instance, if water supply over the communal water network breaks down or is constricted, supply could be realized, for example, with tank trucks or the distribution of bottled water. To integrate such alternative infrastructures efficiently into the management of CM processes requires additional real-time information about current storage capacities or transportation facilities that could be provided, for example by readily available services from companies that run tank trucks or beverage manufacturers. Relying on interlinked and distributed data sources can undoubtedly improve the MC processes.

### 3 Achieving Compliance by Flexible Controls

As discussed above, a flexible adaptation of CM processes by BPM approaches and comprehensive data access and usage by SOA is not a sufficient condition for realizing effective CM processes. A further crucial aspect is the ability to check and validate compliance of CM processes with regard to their usage of data and services.

Achieving transparency and validating compliance has already been a well-known challenge for many companies and their IT governance for several years (e.g., [49], [3]). Validating the adherence to and the fulfillment of various regulations (e.g., the Sarbanes Oxley Act (SOX), the Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA), or the German Freedom of Information Act) when executing business processes has been one of the main issues of BPM. First research approaches for integrating a risk view into business process models can be found in so-called risk aware business processes (e.g., [32], [50]). The annotation of risks in process models can at least give hints for possible misuse scenarios. While this might work for well-defined business processes, it is not sufficient for controlling emergency cases, not to mention for preventing any misuse. However, the conflict between compliance and “ad hoc” flexibility is not addressed in current business process approaches. Therefore, this section discusses current approaches addressing compliance breaches from both a classical IT security view and a BPM monitoring view. Extending the discussion in [17], it is shown that flexibility of the processes also requires flexibility of controls that is currently not yet achievable and opens a promising research field, not only for improving catastrophe management but also for supporting automation of companies’ compliance in the future.

A basic foundation for validating compliant use of data and services is provided by “classical” IT security mechanisms. Mechanisms following an IT security approach for internet-based IT infrastructures means the adherence to protection goals (e.g., [22], [24]) that can result from laws, contracts, service usage conditions, etc. Available security mechanisms or

services assume that a data object has to be protected from unauthorized access. These mechanisms can be extended for usage control by complementing the conditions for data access by so-called obligations [29], i.e., rules having to be adhered to during process execution. For expressing compliance conditions and obligations in a formal manner, so-called policy languages have been developed (e.g., [10], [20]) and analyzed in the context of business process management [36]. Furthermore, advanced policy languages allow the comparison of different rules and the detection of contradictions [37]. This provides a technical basis for usage control by allowing the comparison of different specifications from various services provided, e.g., by companies. However, a practical implementation of such policy approaches lacks standardization, since policies are interrelated to the data as well as the specification and protocols for finding and communicating relevant policies. Although overcoming this obstacle is an important topic for providing emergency institutions with the required information, it is seen as part of future research and not yet addressed in this contribution.

The research in the area of business process compliance can therefore be summarized and clustered into three categories of controls differing in their restrictiveness to the underlying business process and the probability (and risk) of non-compliance (e.g., [37], [24], [9]):

- Compliance can be achieved “by design” [40], for example by redesigning the business process itself according to the laws. Alternatively, when designing business processes, the original process can be extended with additional control activities preventing any non-compliant execution. The enforcement of compliance can then be supported by automated WFMS guaranteeing the execution of the process as intended.
- Compliance can be achieved “during execution”, for example by analyzing the business process execution according to its coherence with policy or business rules. While compliance to formal specified access rules can be enforced by classical security monitors during runtime (e.g., [44]), compliance to formal specified usage rules (obligations) can at least be observed [23].
- Last but not least, compliance can be validated “by detection” [5]. Mechanisms for detecting non-compliance with policy rules are already available, e.g., secure logging files [1] or forensics [2]. However, these mechanisms are not capable of preventing any misuse; in the best case they allow, e.g., the starting of additional processes for palliating or the sanctioning of detected misuse non-technically [35].

As discussed, from a pure technical point of view, there are no mechanisms available that prevent any misuse with certainty. In practice, companies are forced to transparency, to change their processes, or at least to protocol whether breaches of regulations have happened for validating compliance with regulations ([47], [27]). Since the situation of catastrophe management institutions in non-catastrophic situations is more or less equal to the one of companies, a rigid compliance enforcement provided “by design” or “during execution” is wanted. The situation changes drastically in the case of a catastrophic event where the situation apparently differs from the one of companies: missing flexibility is seen as a significant disadvantage [8] and an unexpected and unintended halt of any CM process might interfere or disturb the originally intended CM process. This might mean, in the best case, only a conflict with the aims of effectiveness, in the worst case, it could endanger human life directly or indirectly. The conflict between enforcing compliant execution of

CM processes and the flexible adaptation to new and unforeseeable situations is obvious: while a rigid compliance enforcement provided “by design” or “during execution” is wanted and helpful from the policy side, it is not applicable in the case of catastrophe management. This leads towards a dilemma: since CM processes are usually difficult to predict, approaches preventing misuse “by design” or by halting the process “during execution” are very limited in their applicability to CM processes. On the other hand, control approaches that are capable of detecting misuse afterwards keep CM processes very flexible and, thus, seem to be more appropriate. However, their capability to prevent non-compliance and to reduce the risk of misuse is very limited. Solving this dilemma on a general level seems impossible. Therefore, our approach presented and discussed in the next section aims at a model-based adaptation of control activities in processes supporting both flexibility and validation of compliance.

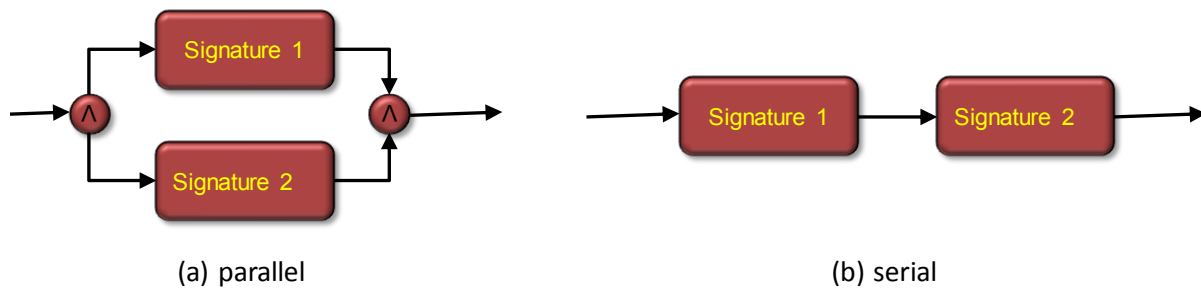
## **4 Supporting Flexibility and Compliance in Catastrophe Management Processes**

The main challenge to satisfying both the need for flexibility and the compliance to policy rules is the integration of control activities into CM processes during execution without disturbing them. The development of new methods and tools for changing business processes “on the fly” according to actual environmental conditions and without violating compliance requirements is an emerging field of research. The basic idea of our approach is to develop so-called control cascades that provide a methodic basis for identifying and adapting effective control activities on the level of individual instances of processes. Furthermore, advanced measures to determine the effects of control activities on the actually intended CM process are defined that allow skipping single controls if necessary, without losing controllability on a general level.

The model-based approach presented includes three main areas: firstly, the definition of reference controls that reflect a way control activities can be executed. Secondly, control cascades as a concept for modeling alternative control processes and their flexible integration into business/CM processes, and thirdly, an approach for integrating control activities into CM processes “on the fly”. The method provides first research results in the field, providing an improved adherence to compliance policies by integrating control activities as much as possible without disturbing the flexible execution of the actually intended CM process.

### **4.1 Modeling Reference Controls**

Generic starting point for a methodic integration of control activities into business processes is the definition of (formal) compliance requirements. These requirements lead to (formal) rules reflecting the way how a company or institution wants to fulfill the relevant laws and regulations. In [6], a framework for transferring laws into such rules is given. For becoming part of any compliance management, a compliance requirement that is defined as relevant for the business process in mind has to be auditable, i.e., there has to be a mechanism to detect and to decide whether an executed business process adhered to the requirement or not. The validation is seen as core of compliance (e.g., [7]) and usually has to be proven to, e.g., external auditors or other investigators.



**Figure 1: Examples for Reference Controls (Four-Eyes-Principle)**

Since not all business processes and the distributed operators involved can be taken for granted to be compliant, several control activities are usually integrated into the business process (see the categories of controls in section 3). As described in [4], rules define which activities should or should not happen, for example activity B has to proceed after activity A is performed and, if control activities are efficient, in the best case, an auditor has nothing to complain about afterwards. For instance, the “second set of eyes” principle (compliance requirement) can be performed in a sequential or parallel way (see Figure 1), and it can be performed executing two activities straight consecutively or with other activities between (control activities). Each of these possible patterns can be modeled and represented by so-called reference controls. After the reference controls are defined and interlinked with the compliance requirement, the selection of appropriate controls and their integration into the business process are the next consecutive steps.

#### 4.2 Control Cascades – Flexible Integration of Control and Business Processes

Each compliance requirement can usually be achieved by several different reference controls or control activities. For example, controlling the quality of water can be controlled by the water supplier at different points of the process, e.g., by analyzing the water sources, the water depots, or the hand-over to the consumer or by the consumer himself or herself. Each of these control activities can be of different types again, differing in efficiency and cost involved. Furthermore, control activities can be combined to achieve a satisfying control situation. Thus, the decision as to which control activities shall be actually integrated and at which point of a process is an open research question in the field of economics of controls [35]. While this decision has to be taken once in the case of more or less static processes, it becomes complex and challenging when the dynamic of the process is increasing and process activities as well as the executing entities are subject to unforeseen changes. When addressing dynamic CM processes, changing the process, for example by skipping activities or by changing the performing services and resources, can also effect control activities and, thus, make them unintentionally ineffective. To stay in control, a methodical approach as well as an automation of compliance is required. As discussed in [35], the separation of control and process models is a promising next step to automating compliance. By current “by design” approaches that interweave business process activities and control activities in one single model [42], a separated view on control activities on different levels of the process model is not achievable.



The fundamental concept for modeling controls in a process proposed in this contribution are so-called control cascades: their basic idea is not only to model the single control activity that is intended for achieving a compliance requirement but also to identify (all) alternative possibilities for integration (e.g., earlier in the process). Furthermore, alternative control activities/ types are modeled that would address the same compliance requirement. Thus, control cascades are aimed at a model-based overview of known and available controls that could be implemented and combined to achieve a compliance requirement. The model serves for integrating necessary controls when changing the original process by (a) skipping activities or outsourcing a part of the process to external services, by (b) identifying controls that are no longer active, by (c) providing alternative controls and points for their integration into the changed process, and by (d) finding controls in the process which are still possible if an intended control activity is skipped. This allows improvement of the adherence to compliance requirements for flexible business processes too. For realizing such control cascades, however, the fundamental concept has to be substantiated.

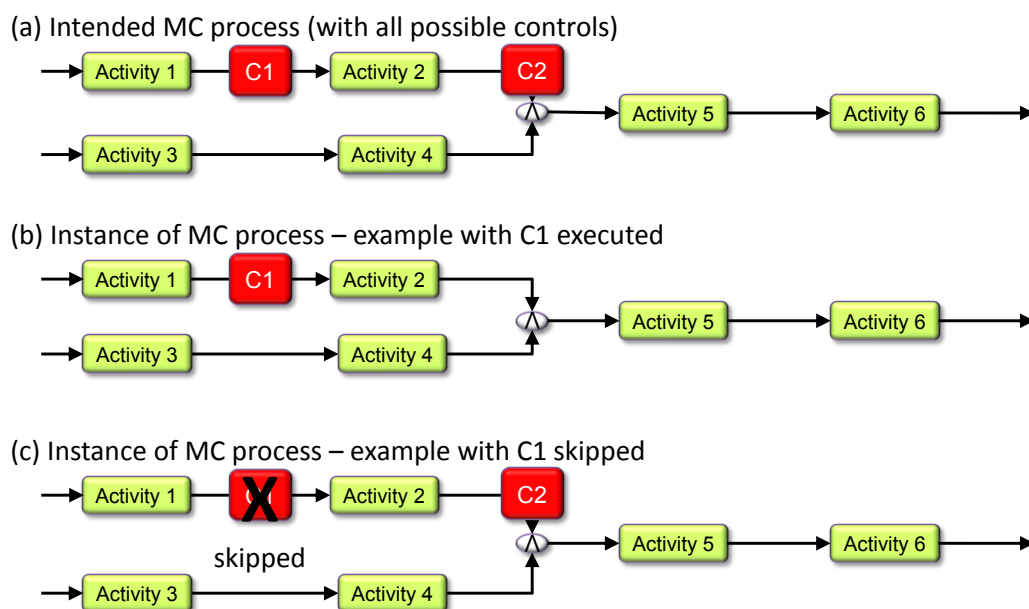


Figure 2: Example for Control Cascades

### 4.3 Integrating Controls into CM Processes “on the fly”

A flexible integration of reference controls in the form of concrete control activities into CM processes at the moment of process instantiation or during the process execution (see Figure 3) has a significant advantage: there are more pieces of information available than at design time, for example the number of people waiting for water or road condition for truck delivery. Such information should be used for adapting the CM process and the control activities to the real process context, for instance to implement control activities for testing water for nuclear radiation or a bactericidal contamination. Furthermore, the integration “on the fly” allows control activities to be skipped whenever the CM process is endangered by them. In this case, according to the control cascade approach, a further control activity supporting the same compliance requirement could be implemented automatically in the later process or the resultant compliance breach can be logged and evaluated later on.

To take all these criteria into account, information like inputs, outputs or the timeframe, which define the setting for the control activities, have to adhere. As described in [12], there are points in time during which control activities are alive, for example only if water information is needed and accessed do the water suppliers have to be informed. To achieve this requirement, validity period, activities as precondition, and/or activities as postcondition have to be defined and saved as additional information to the reference controls. Using all these pieces of information makes it possible to identify alternative points for defining control cascades as well as for integrating concrete control activities into a CM process by the help of automated search algorithms. Since there might be many points for integration theoretically possible, a reduction to efficient control points can be achieved by known methods already used by companies for many years, for instance by path analytics calculating the so-called critical path [47]. While in CM processes time matters particularly, other methods for cycle times, error ratios, or process costs can also be used in addition for achieving an effective selection of connection points for controls. By simulating the execution of the relevant process and by calculating different workflow scenarios, activity paths can be optimized and, thus, low-grade activities can be transferred into uncritical areas [14].

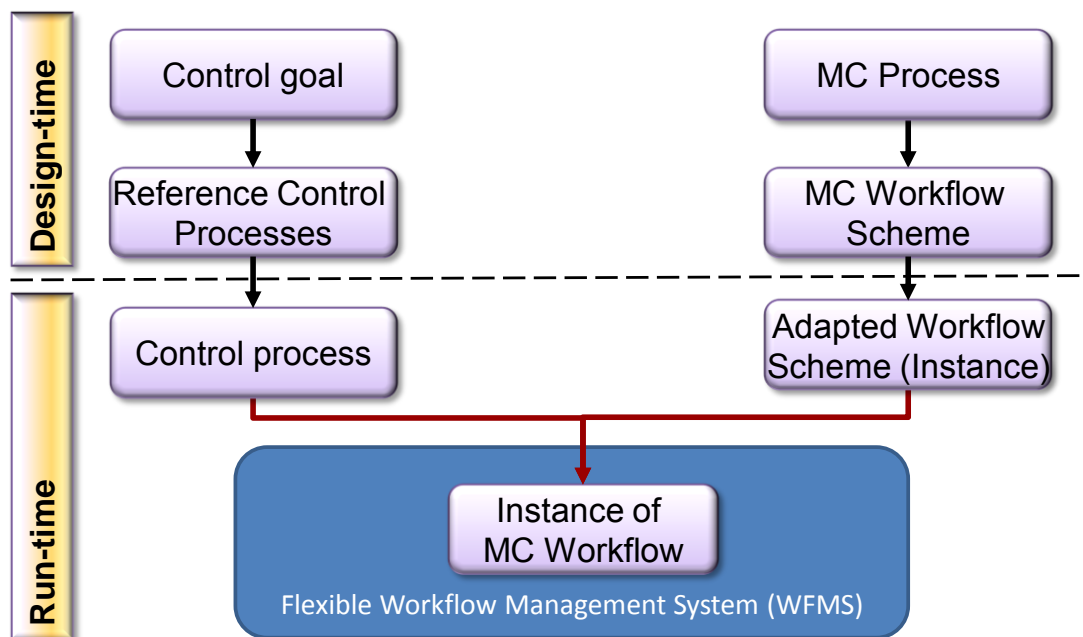


Figure 3: General Approach for Integrating Controls into MC processes “on the fly”

#### 4.4 Open Research Questions

This contribution focuses on the compliance and control view of flexible CM processes that is neither taken into consideration adequately nor solved in current BPM approaches. The definition of reference controls and their transformation in control activities, the development of control cascades for selecting adequate control activities, and the integration of control activities into CM processes “on the fly” presented as new approach for improving catastrophe management by BPM methods and tools are still a draft and on an abstract level. However, the discussion already reveals some interesting topics for future research that are proposed as a future research agenda:

- Realizing the required IT infrastructure and integration is still challenging on the technical level: a central and powerful catastrophe management institution that could access whatever data and service needed would require a common semantic basis, which is not available yet. In BPM, cooperation usually is built on bilateral agreements to semantic business process models. This might not be practical for emergency institutions since too many actors and models are expected to be involved in CM processes. Thus, finding a common standard or advanced methods for bringing together different business process models is necessary and already object of current research (e.g., [45], [11]).
- Finding available services after a catastrophic event: To execute a CM process, activities have to be realized by those services and within those infrastructures that are still available in the case of a catastrophic event. Therefore, a way has to be found to detect services in an automatic manner, which is a current research topic in SOA research [18], [21]. Current approaches from BPM can possibly be adapted to catastrophic management situations, however, taking the special context explained above has to be taken into consideration and existing approaches have to be evaluated accordingly.
- Standardization of policy transmission: Current policy approaches lack standardization and therefore the practical implementation, especially concerning the specification and protocols for finding and communicating relevant policies, remains an open research topic. Overcoming this obstacle is important for providing catastrophe management institutions with the required information, since policies are interrelated to the data, which might be collected from different actors and processed by different web services.
- The optimal selection of controls: Since compliance requirements can be achieved in many different ways and by many alternative control activities, the relevant characteristics have to be measured. Since controls can be different in many ways, e.g., by their effectiveness, possibilities of circumvention, or costs, adequate ways to measure these characteristics and methods to find an optimal selection of control activities opens a challenging research field.
- Therefore, new methods of analysis are needed, e.g., extended critical path analysis, which also take into account the availability of non-technical services. Calculating critical paths requires predefined activities and assessable times of duration, which are hard to get in emergency situations. Staying with the example of water supply, for instance even if tank trucks are available, the time needed for delivery depends on the condition of the roads, which is barely predictable for earthquakes. Thus, for optimizing the effectiveness of CM processes, new ways for simulation and prediction are required. Furthermore, ways of identifying process and service vulnerabilities have to be found that allow the effect of changing activity sequences or availability of services to be calculated with respect to the effectiveness of the ongoing CM process.

## 5 Conclusion

Catastrophe management processes are mainly challenged by achieving both flexibility and compliance. In this contribution, successful methods and tools known from business process management are discussed as starting point for improving CM processes. However, since business processes and catastrophe management processes differ in their characteristics and specifications, a novel method to support the applicability of BPM approaches in an

emergency context is presented. While first results are very promising, it is also obvious that there are several hurdles to be overcome before a catastrophe management institution can realize all options of modern IT. The hurdles are not solely of a technical nature but also challenging from a social point of view. The main results of our analysis are:

- The underlying models, methods, tools, and infrastructure of business process management have obviously enormous capacity to support and improve CM processes. While the techniques of business process modeling can be used at the conceptual level, SOA as well as the standardization of web services can provide flexibility at the technical level. The main gap identified is to provide CM processes with flexibility on different levels not known in the typical business context without annulling compliance. To address this gap, a novel approach and research agenda for integrating controls flexibly into CM processes and, thus, for gaining flexibility in a catastrophic event situation by skipping control activities is presented. The results as well as the identified research questions do not aim at generating “pure” technical security for achieving compliance but at reducing the probability of misuse. Thus, the method provides a basis for a social discussion on endowing catastrophe management institutions with the required comprehensive and powerful access to data, processes, and services in the case of a catastrophic event.
- Further discussion of standardization on a technical level is seen as a precondition to support CM processes effectively by BPM methods and tools. Policies as well as context information need to be transferable and are not provided by pure web services interfaces today.
- Finally, the acceptable level of risk for CM processes is (and will remain) the subject of social and cultural discussion. However, by combining classical IT security solutions with the presented approach to stay flexible, at least the probability of compliance breaches and misuse is expected to be reduced significantly. In summary, the idea to integrate controls and processes at the time of instantiation seems to be a good starting point for gaining compliance for CM processes, although several aspects are still unsolved, indicating a promising future research agenda.

## 6 Literature

- [1] Accorsi, R. (2009): Log Data as Digital Evidence: What Secure Logging Protocols Have to Offer? In: *Proceedings of the 1st IEEE Workshop on Computer Forensics in Software Engineering*. Seattle, Washington, USA.
- [2] Accorsi, R.; Wonnemann, C. (2010): Static information flow analysis of workflow models. In: *Business Process and Service Science*. Leipzig, Germany.
- [3] Arnold, V.; Benford, T.; Canada, J.; Sutton, S. G. (2008): The role of strategic enterprise risk management and organizational flexibility in easing new regulatory compliance. In: *International Conference on Enterprise Systems, Accounting and Logistics*, Crete, Greece.
- [4] Awad, A.; Weske, M. (2010): Visualization of compliance violation in business process models. In: Rinderle-Ma, S., Sadiq, S. W., and Leymann, F. (Eds.), *Business Process Management Workshops*, Springer, Berlin.

- [5] Brabänder, E.; Ochs, H. (2002): Analyse und Gestaltung prozessorientierter Risikomanagementsysteme mit Ereignisgesteuerten Prozessketten. In: *Proceedings of GI-Workshop Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten*. Trier, Germany.
- [6] Breaux, T. D. (2009): Legal requirements acquisition for the specification of legally compliant information systems, ProQuest, Ann Arbor, USA.
- [7] Cannon, J.; Byers, M. (2006): Compliance deconstructed. *ACMQueue*, 4(7):30-37.
- [8] Dadam, P.; Reichert, M.; Kuhn, K. (2000): Clinical Workflows - The Killer Application for Process-oriented Information Systems? In: *Proceedings of the BIS'00*. Poznan, Poland.
- [9] Daniel, F.; Casati, F.; D'Andrea, V.; Mulo, E.; Zdun, U.; Dustdar, S.; Strauch, S.; Schumm, D.; Leymann, F.; Sebahi, S. (2009): Business compliance governance in service-oriented architectures. In: *Proceedings of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications*. Bradford, UK.
- [10] De Coi, J. L.; Olmedilla, D. (2008): A review of trust management, security and privacy policy languages. In: *Proceedings of the Int. Conf. on Security and Cryptography*. Porto, Portugal.
- [11] Desai, N.; Mallya, A. U.; Chopra, A. K.; Singh, M. P. (2005): Interaction protocols as design abstractions for business processes. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(12):1015-1027.
- [12] Dwyer, M. B.; Avrunin, G. S.; Corbett, J. C. (1999): Patterns in property specifications for finite-state verification. In: *Proceedings of the 21st international conference on Software engineering*, Los Angeles, California, USA.
- [13] Eckman, B.; Feblowitz, M.; Mayer, A.; Riabov, A. (2010): Toward an integrative software infrastructure for water management in the smarter planet. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4):425-444.
- [14] Flieder, K. (2006): Geschäftsprozessmanagement–Geschäftsprozesse mit dem virtuellen Reißbrett steuern. *WING-business*, 39(3):35-38.
- [15] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design science in information systems research. *Mis Quarterly*, 28(1):75-105.
- [16] Jaeger, M. C.; Ladner, H. (2005): Improving the QoS of WS compositions based on redundant services. In: *Proceedings of the International Conference on Next Generation Web Services Practices (NWeSP)*. Seoul, Korea.
- [17] Kittel, K.; Sackmann, S. (2011): Gaining Flexibility and Compliance in Rescue Processes with BPM, In: *Proceedings of ARES Conference - Workshop on "Resilience and IT-Risk in Social Infrastructures" (RISI 2011)*, Vienna, Austria.
- [18] Krafzig, D.; Banke, K.; Slama, D. (2005): Enterprise SOA: service-oriented architecture best practices. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- [19] Krys, C.; Wiedemann, A. (2011): Google – In Zukunft vergessen Sie nichts, weil der Computer sich alles merkt“. In: Bieger, T. et al. (Eds.), *Innovative Geschäftsmodelle. Konzeptionelle Grundlagen, Gestaltungsfelder und unternehmerische Praxis*. Springer, Berlin.

- [20] Kumaraguru, P.; Cranor, L.; Lobo, J.; Calo, S. (2007): A survey of privacy policy languages. In: *Proceedings of the 3rd Symposium on Usable Privacy and Security*. Pittsburgh, USA.
- [21] Melzer, I. (2010): Service-orientierte Architektur. In: Melzer, I. (Ed.), *Service-orientierte Architekturen mit Web Services*. Spektrum Akademischer Verlag.
- [22] Müller, G.; Accorsi, R.; Höhn, S.; Kähmer, M.; Strasser, M. (2007): Sicherheit im Ubiquitous Computing: Schutz durch Gebote? In: Mattern, F. (Ed.), *Die Informatisierung des Alltags*, Springer, Berlin.
- [23] Müller, G.; Accorsi, R.; Höhn, S.; Sackmann, S. (2010): Sichere Nutzungskontrolle für mehr Transparenz in Finanzmärkten. *Informatik-Spektrum*, 33(1):3-13.
- [24] Namiri, K.; Stojanovic, N. (2007): Using control patterns in business processes compliance. In: Wekse, M. (Ed.), *Proceedings of the Workshop on Web Information Systems Engineering*. Nancy, France.
- [25] Nell, M.; Richter, A. (2005): Catastrophic events as threats to society: Private and public risk management strategies. *Risk Management*, 321-340.
- [26] Österle, H.; Reichmayr, C. (2006): Outtasking mit WebServices. In: Bullinger, H.-J. and Scheer, A.-W. (Eds.), *Service Engineering*. Springer Berlin, Heidelberg.
- [27] Parker, C. (2003): Regulator Required Corporate Compliance Program Audits. *Law & policy*, 25(3):221-244.
- [28] Pearce, L. (2003): Disaster management and community planning, and public participation: how to achieve sustainable hazard mitigation. *Natural Hazards*, 28(2): 211-228.
- [29] Pretschner, A.; Hilty, M.; Schutz, F.; Schaefer, C.; Walter, T. (2008): Usage control enforcement: Present and future. *Security & Privacy, IEEE*, 6(4):44-53.
- [30] Reichert, M.; Rinderle, S.; Kreher, U.; Dadam, P. (2005): Adaptive process management with ADEPT2. In: *Proceedings of the 21 th ICDE*. Tokyo, Japan.
- [31] Richter, J. P.; Haller, H.; Schrey, P. (2005): Serviceorientierte Architektur. *Informatik-Spektrum*, 28(5):413-416.
- [32] Rieke, T.; Winkelmann, A. (2008): Modellierung und Management von Risiken. Ein prozessorientierter Risikomanagement-Ansatz zur Identifikation und Behandlung von Risiken in Geschäftsprozessen. *Wirtschaftsinformatik*, 50(5):346-356.
- [33] Rinderle, S.; Reichert, M.; Dadam, P. (2004): Correctness criteria for dynamic changes in workflow systems--a survey. *Data & Knowledge Engineering*, 50(1):9-34.
- [34] Rose, T.; Peinel, G.; Arsenova, E. (2008): Process management support for emergency management procedures, eChallenges e-2008 Conference, Stockholm, Sweden.
- [35] Sackmann, S. (2011): Economics of Controls. In: *Proceedings of the International Workshop on Information Systems for Social Innovation 2011 (ISSI 2011)*. Tokyo, Japan.
- [36] Sackmann, S.; Kähmer, M. (2008): ExPDT: A Policy-based Approach for Automating Compliance. *Wirtschaftsinformatik*, 50(5):366-374.

- [37] Sackmann, S.; Kähler, M.; Gilliot, M.; Lowis, L. (2008): A classification model for automating compliance. In: *Proceedings of the IEEE Conference on E-Commerce Technology (CEC'08)*. Washington, USA.
- [38] Sackmann, S.; Lowis, L.; Kittel, K. (2009): Selecting services in business process execution - a risk-based approach. In: Hansen, H. R. et al. (Eds.), *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen, Tagung Wirtschaftsinformatik (WI09)*. Vienna, Austria.
- [39] Sackmann, S.; Strüker, J. (2005): Electronic Commerce Enquete: 10 Jahre E-Commerce: Eine stille Revolution in deutschen Unternehmen. Konradin-IT-Verlag, Leinfelden.
- [40] Sadiq, S.; Governatori, G.; Namiri, K. (2007): Modeling control objectives for business process compliance. *Business Process Management*, 149-164.
- [41] Schaar, P. (2007): Das Ende der Privatsphäre. Wilhelm Goldmann Verlag, München.
- [42] Schumm, D.; Leymann, F.; Ma, Z.; Scheibler, T.; Strauch, S. (2010): Integrating Compliance into Business Processes: Process Fragments as Reusable Compliance Controls. *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI'10)*. Göttingen, Germany.
- [43] Smith, H.; Fingar, P. (2003): Business process management: the third wave. Meghan Kiffer Press, Tampa (FL), USA.
- [44] Thomas, M.; Redmond, R.; Yoon, V.; Singh, R. (2005): A semantic approach to monitor business process. *Communications of the ACM*, 48(12):55-59.
- [45] van der Aalst, W.; van Hee, K.; Massuthe, P.; Sidorova, N.; van der Werf, J. (2009): Compositional Service Trees Applications and Theory of Petri Nets. In: Franceschinis, G. and Wolf, K. (Eds.), Springer Berlin.
- [46] van der Aalst, W.; van Hee, K. M. (2004): Workflow management: models, methods, and systems. The MIT press. Boston, USA.
- [47] Verworn, B. (2003): Projektplanung während der frühen Phasen. In: Herstatt, C. and Verworn, B. (Eds.), *Management der frühen Innovationsphasen: Grundlagen - Methoden - neue Ansätze*. Gabler, Wiesbaden.
- [48] Weber, M. (2009): Europäische Standards für den weltweiten Datenschutz. *Zeitschrift für außen-und Sicherheitspolitik*, 2(2):182-192.
- [49] Weill, P.; Ross, J. W. (2004): IT governance: How top performers manage IT decision rights for superior results. Harvard Business Press, Boston, USA.
- [50] zur Muehlen, M.; Rosemann, M. (2005): Integrating risks in business process models. In: *Proceedings of the Australasian Conference on Information Systems*. Sydney, Australia.





# **Eine empirische Studie zur strukturellen Komplexität konzeptioneller Modelle – Grundlegung eines effizienten Ansatzes zur strukturellen Modellanalyse**

**Dominic Breuker, Hanns-Alexander Dietrich, Johannes Püster,  
Matthias Steinhorst, Jörg Becker, Patrick Delfmann**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster,  
European Research Center for Information Systems, 48149 Münster,  
E-Mail: <Nachname>@ercis.uni-muenster.de

## **Abstract**

Für die Analyse konzeptioneller Informationsmodelle existiert eine Vielzahl von Verfahren, die für eine bestimmte Modellierungssprache oder Anwendungsdomäne entwickelt wurden und abgegrenzte Analysezwecke unterstützen. Häufig besteht eine Teilaufgabe der Analyseverfahren in der Identifikation struktureller Modellmuster. Für dieses als Subgraphisomorphie bekannte Problem existieren effiziente, allgemein anwendbare Algorithmen, die bestimmte topologische Eigenschaften der zugrundeliegenden Graphen voraussetzen. Dieser Beitrag präsentiert die Ergebnisse der Untersuchung von 3000 Informationsmodellen und demonstriert, dass die meisten dieser Modelle entsprechende Eigenschaften aufweisen. Er präsentiert eine empirische Studie für die Entwicklung einer allgemein anwendbaren Analyseverfahren, die in viele Spezialentwicklungen integriert werden kann.

## **1 Motivation**

In der Literatur der Wirtschaftsinformatik wird eine Vielzahl von Modellanalyseverfahren diskutiert, die spezielle Analyseprobleme in bestimmten Anwendungsdomänen und für bestimmte Modellierungssprachen lösen. In der Domäne des Geschäftsprozessmanagements können z. B. Verfahren zur Syntaxprüfung (z. B. [22]), zum Modellvergleich (z. B. [11]) oder zur Integration (z. B. [10]) von Prozessmodellen unterschieden werden. Andere Autoren stellen Verfahren vor, die Schwachstellen innerhalb von Prozessmodellen identifizieren (z. B. [4]) oder die die Einhaltung von Compliance-Regeln überprüfen (z. B. [20]).

Ein häufig auftretendes Unterproblem dieser Verfahren ist Identifikation struktureller Modellmuster. Da diese in der Regel als benannte, getypte Graphen dargestellt werden, verfolgt dieser Beitrag das Ziel, zu untersuchen, ob effiziente, aus der Graphentheorie bekannte Algorithmen zur Mustererkennung in konzeptionellen Informationsmodellen wiederverwendet

werden können. Die Laufzeitkomplexität eines Algorithmus, der das als Subgraphisomorphie bezeichnete Problem (vgl. [34]) der Mustererkennung im allgemeinen Fall löst, ist exponentiell (vgl. [8]). Aus diesem Grund liefert ein solcher Algorithmus in der Praxis bereits bei mittelgroßen Graphen keine Lösung in zufriedenstellender Laufzeit. Dem gegenüber stehen Modelle in der Praxis, die – insbesondere bei Großunternehmen und Konzernen, die im Vergleich zu eher kleinen Unternehmen besonders häufig konzeptionelle Modelle pflegen – die mehrere Tausend Knoten umfassen können. Eine breite Anwendbarkeit ist deshalb in der konzeptionellen Modellierung kaum möglich. Effiziente Algorithmen mit polynomieller Laufzeit sind nur für Graphen bekannt, die *planar* sind oder eine *begrenzte Baumweite* aufweisen (vgl. z. B. [13,14,19]). Es wird vermutet, dass konzeptionelle Modelle der Wirtschaftsinformatik zum großen Teil genau diese Eigenschaften besitzen. Damit wäre es möglich, das im Rahmen der Modellanalyse häufig auftretende Problem der Mustererkennung mit einem effizienten und gleichzeitig universell anwendbaren Verfahren zu unterstützen. Bisher ist dies an der hohen Laufzeitkomplexität der Subgraphisomorphie gescheitert. In der Literatur der Wirtschaftsinformatik wird daher eine Reihe von Spezialansätzen diskutiert, die die Komplexität des allgemeinen Problems durch Ausnutzung von besonderen Aspekten der zu Grunde liegenden Modellierungssprachen und des Anwendungszwecks umgehen. Es ist das Ziel dieses Beitrages zu untersuchen, inwiefern konzeptionelle Informationsmodelle die strukturellen Eigenschaften (Planarität und begrenzte Baumweite) erfüllen, die eine Integration effizienter Mustererkennungsalgorithmen in bestehende Analyseansätze ermöglichen. Dies birgt den Vorteil, dass die (potenziell aufwändige) Mustererkennungs-komponente dieser Ansätze durch allgemein anwendbare, mathematisch verifizierte und effiziente Verfahren ersetzt werden kann. Die Entwickler dieser speziellen Ansätze können sich so auf die analysezweckspezifische Konfiguration und Erweiterung dieser allgemeinen Verfahren konzentrieren.

Um zu zeigen, dass konzeptionelle Modelle über die graphentheoretischen Eigenschaften verfügen, die für eine effiziente Mustersuche benötigt werden, präsentiert der vorliegende Beitrag die Ergebnisse der Untersuchung von ca. 3000 Modellen. Das Ergebnis verdeutlicht, dass die große Mehrheit dieser Modelle tatsächlich planar ist bzw. eine beschränkte, geringe Baumweite aufweist. Der Beitrag legt somit die Grundlage für die Entwicklung eines generischen Ansatzes zur effizienten strukturellen Modellanalyse. Dieser Ansatz kann in viele, in der Literatur diskutierten Analyseverfahren integriert werden, um das häufig auftretende Problem der Mustererkennung effizient zu lösen. Wir beschränken uns auf die Identifikation struktureller Muster in konzeptionellen Modellen. Verhaltensmuster werden nicht betrachtet.

Der Artikel ist wie folgt strukturiert: Kapitel 2 diskutiert verwandte Arbeiten, die das Problem der Mustererkennung in Graphen (als Teilkomponente) beinhalten. In Kapitel 3 werden konzeptionelle Modelle graphentheoretisch formalisiert. Darüber hinaus führt dieses Kapitel das Problem der Mustererkennung in Graphen formal ein. Kapitel 4 führt die graphentheoretischen Eigenschaften *Baumweite* und *Planarität* ein, die für eine effiziente Mustererkennung benötigt werden. Kapitel 5 beschreibt die Datenbasis, auf der die empirische Studie durchgeführt wurde. Die Ergebnisse werden in Kapitel 6 vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf in Kapitel 7.

## 2 Verwandte Arbeiten

Eine Vielzahl von Verfahren zur Analyse von Modellen basiert direkt oder indirekt auf dem Problem der Mustersuche. Im Folgenden werden einige solcher Ansätze aus den Bereichen *Compliance-Überprüfung*, *Identifikation von Schwachstellen in Geschäftsprozessen*, *Komplexitätsmanagement*, *Modellvergleich* und *Modelltransformation* vorgestellt.

Gegenstand der *Compliance-Überprüfung* ist die Kontrolle eines Modells auf Kompatibilität mit gesetzlichen oder regulatorischen Anforderungen. Diese können als abstraktes Muster formuliert werden. Dabei kann es sich einerseits um ein Positiv-Muster handeln, welches in gesetzeskonformen Modellen vorhanden sein muss, andererseits um Negativ-Muster, die nicht vorhanden sein dürfen. Ein auf BPMN spezialisiertes Verfahren findet sich in GHOSE & KOLIADIS [17]. WEIDLICH ET AL. [36] verwenden stattdessen Log-Daten aus Informationssystemen in Kombination mit einem abstrakten Modell des Prozessverhaltens.

Die Identifikation von *Schwachstellen* zielt auf eine generelle Verbesserung der Geschäftsabläufe ab. Dies kann dadurch erreicht werden, dass entweder typische Schwachstellen oder Ansatzpunkte für zu implementierende Best Practices in den Modellen zu identifizieren sind. Solche Stellen sind zum Teil über Muster auffindbar. So erlaubt es beispielsweise der Ansatz von SMIRNOV ET AL. [31], sogenannte „Action Patterns“ in Prozessmodellen zu identifizieren. Dabei handelt es sich um Assoziationsregeln, die gemeinsam auftretende Aktivitäten miteinander verbinden. Ebenfalls auf Basis von Mustern lässt sich ein Verfahren entwickeln, das der Überprüfung von Prozessmodellen auf „soundness“ dient [12]. Soundness ist dabei ein notwendiges Kriterium, das die „Stimmigkeit“ eines Prozesses beschreibt (die umfasst bspw. Deadlockfreiheit). Ein ähnliches Verfahren findet sich in TOURÉ, BAÏNA & BENALI [32].

Da Größe sowie Anzahl betrieblicher Modelle in der Praxis immense Ausmaße annehmen können, ist *Komplexitätsmanagement* ein wichtiges Thema, um Prozessabläufe auf einem höheren Abstraktionsniveau zu beschreiben. Dies lässt sich durch das Auffinden häufig vorkommender Muster umsetzen, welche durch einen Verweis auf eine zentral abgelegte, abstrakte Beschreibung ersetzt werden. WEBER ET AL. [35] entwickeln dazu ein musterbasiertes Refactoring-Verfahren. Ähnliche Ansätze verfolgen REIJERS, MENDLING & DIJKMANN [27] sowie UBA ET AL. [33].

Ein weiteres Anwendungsfeld für Mustererkennung im Rahmen der Modellanalyse ist der *Vergleich* von Prozessmodellen. Hier werden zunächst alle möglichen Muster einer vorgegebenen Art aus zwei Modellen bestimmt, um im Anschluss daran die Schnittmenge der Muster zu berechnen, die besonders häufig in beiden Modellen auftreten. Dadurch ist eine Quantifizierung der Modellähnlichkeit möglich [37].

Ein weiteres, häufig auftretendes Problem ist das der *Modelltransformation*. Dabei soll ein gegebenes Modell in ein Modell einer anderen Modellierungssprache überführt werden. Übersetzungsregeln, die zur Umsetzung dieses Transformationsprozesses zu definieren sind, werden als abstrakte Muster repräsentiert, die es im Modell zu finden gilt. Verfahren zur Umsetzung der Modelltransformation stellen GARCÍA-BAÑUELOS [16] sowie OUYANG ET AL. [26] vor.

Betrachtet man die hier vorgestellte Literatur, so wird deutlich, dass die Suche nach strukturellen Mustern in Modellen ein Universalproblem ist, mit dem in Analyseverfahren

verschiedener Art umzugehen ist. Neben diesen auf der Mustersuche aufbauenden Methoden gibt es jedoch auch eine Reihe von Ansätzen, die ganz explizit dieses Problem – allerdings zugeschnitten auf spezielle Modellierungssprachen – adressieren. Zum Beispiel entwickeln AWAD & SAKR [2] ein Verfahren, das „Queries“ in BPMN-Modellen auswertet, also bestimmte Muster in ihnen findet. Vergleichbare Verfahren finden sich in BEERI ET AL. [5] sowie MOMOTKO & SUBIETA [23].

### 3 Grundlegende Definitionen und Problembeschreibung

Um die strukturelle Modellanalyse mit allgemeinen Verfahren der algorithmischen Graphentheorie zu unterstützen, ist zu untersuchen, ob die in der Wirtschaftsinformatik gängigen Modelle üblicherweise komplexitätsreduzierende Eigenschaften aufweisen. Dazu wird eine graphentheoretisch-formale Darstellungsweise von Modellen verwendet, die im Folgenden vorgestellt wird.

#### 3.1 Konzeptionelle Modelle als Graphen

In diesem Beitrag werden konzeptionelle Modelle als ungerichtete, beschriftete Graphen  $G = (V, E, \mathcal{L})$  mit einer Knotenmenge  $V$ , einer Kantenmenge  $E \subseteq \{\{u, v\} \mid u, v \in V, u \neq v\}$  sowie einer Beschriftungsfunktion  $\mathcal{L}: V \rightarrow L$  verstanden, welche jedem Knoten Bezeichner und Typ zuordnet. Da bestimmte Modelle (z. B. Prozessmodelle) jedoch gerichtete Graphen sind, werden entsprechende Kanten als Knoten interpretiert, die zwei Nachbarknoten sowie zwei Attribute „Quelle“ und „Ziel“ besitzen, die die Richtung der Kante bestimmen. Im Fall eines vollständig verbundenen Graphen werden so  $n + n(n - 1)/2 = (n^2 + n)/2$  Knoten dem ursprünglichen Modell hinzugefügt, was die angestrebte polynomielle Laufzeit der Suchalgorithmen nicht weiter beeinträchtigt.

#### 3.2 Subgraphen und Subgraphisomorphie

Von dieser allgemeinen Modelldefinition ausgehend kann ein Subgraph  $G' = (V', E', \mathcal{L}')$  eines Graphen  $G$  als ein Graph verstanden werden, dessen Knoten  $V' \subseteq V$  und Kanten  $E' \subseteq E$  Teilmengen des ursprünglichen Graphen sind. Zusätzlich muss die Beschriftungsfunktion  $\mathcal{L}'$  für alle Knoten des Subgraphen gleich der ursprünglichen Beschriftungsfunktion  $\mathcal{L}$  sein (d. h.  $\mathcal{L}' = \mathcal{L}|_{V'}$ ). Von dieser Definition eines Subgraphen ausgehend, kann der Begriff Subgraphisomorphie wie folgt definiert werden: Formal heißt ein Mustergraph  $H$  subgraphisomorph zu einem Modellgraphen  $G$ , wenn eine Bijektion  $\Phi$  zwischen den Knoten von  $H$  und einer Teilmenge der Knoten von  $G$  existiert, so dass für jede Kante  $(v, w)$  zwischen zwei Knoten  $v$  und  $w$  des Mustergraphen eine korrespondierende Kante  $\{\Phi(v), \Phi(w)\}$  im Modellgraphen existiert.

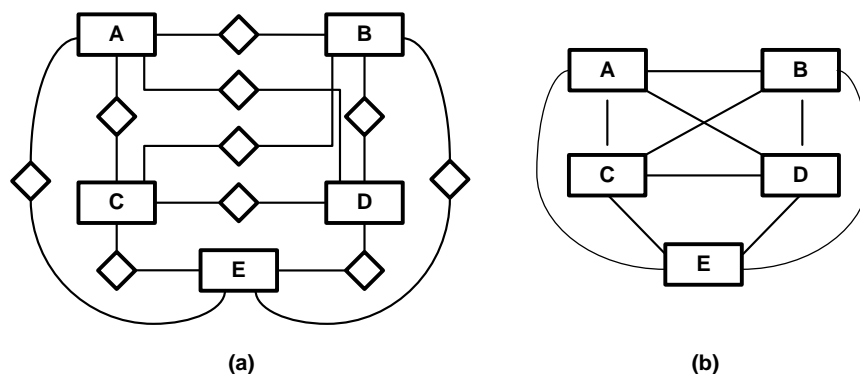
### 4 Effiziente Mustersuche

Das Problem der Subgraphisomorphie ist im allgemeinen Fall NP-vollständig (vgl. [8]). Effiziente, polynomielle Algorithmen existieren, wenn angenommen wird, dass die zugrundeliegenden Graphen bestimmte Eigenschaften erfüllen. Im Folgenden werden diese Eigenschaften kurz vorgestellt.

#### 4.1 Planarität

Ein Graph  $G$  wird planar genannt, falls es möglich ist, ihn auf einer Ebene zu zeichnen, ohne dass sich zwei Kanten schneiden. Eine formale Definition von Planarität wird durch das Robertson-Seymour-Theorem gegeben. Es besagt, dass ein Graph planar ist, falls er keinen vollständig verbundenen Graphen aus fünf Knoten ( $K^5$ ) und keinen vollständig verbundenen bipartiten Graphen aus sechs Knoten ( $K_{3,3}$ ) als Minor enthält [15]. Ein Minor  $H$  eines Graphen  $G$  beschreibt dabei einen isomorphen Subgraphen von  $G$ , der durch Kantenkontraktion entsteht. Bei einer Kantenkontraktion werden Kanten aus einem Graphen entfernt und die vormals verbundenen Knoten zu einem neuen Knoten verschmolzen.

In EPPSTEIN [14] und DORN [13] werden polynomielle Algorithmen für Subgraphisomorphie auf planaren Muster- und Modellgraphen vorgestellt. Ist  $k = |V_H|$  die Anzahl der Knoten des Mustergraphen und  $n = |V_G|$  die Anzahl der Knoten des Modellgraphen, ergibt sich eine Laufzeit von  $2^{O(k)} \cdot n$  für planare Graphen. Die Algorithmen weisen somit eine in der Anzahl der Knoten des Modellgraphen lineare Laufzeitkomplexität auf.



**Bild 1:** Beispiel für ein nicht-planares ERM (a), das  $K^5$  (b) als Minor enthält

Aus Gründen der Lesbarkeit wird ein Modellierer darauf bedacht sein, nach Möglichkeit planare Modelle zu erstellen. Vorausgesetzt werden kann dies aber keinesfalls. Basierend auf den Meta-Modellen entsprechender Modellierungssprachen erlauben nahezu alle Sprachen die Erstellung von nicht-planaren Modellen. Ein Beispiel hierfür findet sich in Bild 1. Der Graph in 1(b) stellt einen Minor des Graphen 1(a) dar. Da der Graph 1(b) einem  $K^5$  entspricht, ist dieses ERM nicht planar. Ähnliche nicht-planare Beispiele können für viele andere Sprachen wie z. B. EPK oder BPMN konstruiert werden.

#### 4.2 Baumweite

Eine zweite komplexitätsreduzierende topologische Grapheigenschaft von Modellen ist die sogenannte *Baumweite*. Ein Graph  $G$  ist ein Baum, falls er verbunden ist und keine Zyklen besitzt. Viele Probleme können auf Bäumen effizient gelöst werden, unter anderem auch die Subgraphisomorphie. In SHAMIR & TSUR [29] wird ein effizienter Algorithmus für Subgraphisomorphie auf Bäumen vorgestellt. Der Algorithmus weist eine Laufzeit von  $O(k^{1.5}/\log(k) \cdot n)$  für  $k = |V_H|$  und  $n = |V_G|$  auf, die somit linear in der Anzahl der Knoten des Modellgraphen ist. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Modelle in jedem Fall Bäume sind. Dies zeigt sich beispielsweise in Prozessmodellen mit sich aufteilendem und wieder zusammenfließendem Kontrollfluss. Hierdurch entsteht ein Zyklus. Somit ist zu untersuchen, ob bzw. zu welchem Grad Modelle Bäume darstellen. Dies kann mit Hilfe des

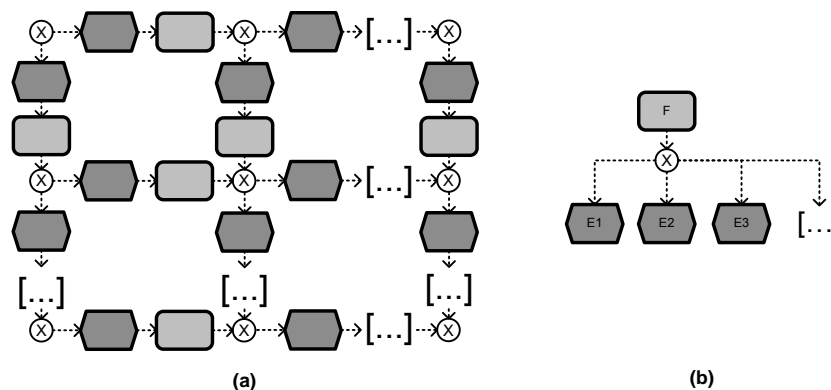
Konzepts der Baumweite geschehen. Informal ausgedrückt misst die Baumweite, wie „baumähnlich“ ein Graph ist. Die Baumweite eines Graphen wird mit Hilfe der sogenannten Baumdekomposition berechnet. Eine Baumdekomposition eines Graphen  $G = (V_G, E_G, \mathcal{L})$  ist ein Paar  $(T, W)$ , das aus einem Baum  $T = (V_T, E_T)$  und einem Mengensystem  $W = (W_t : t \in V_T)$  besteht, so dass gilt:

- $\bigcup_{t \in V_T} W_t = V_G$
- $\forall \{u, v\} \in E_G$  gibt es ein  $W_t$  mit  $u, v \in W_t$
- Wenn  $t, t', t'' \in V_T$  und  $t'$  auf einem Pfad von  $t$  nach  $t''$  liegen, dann gilt  $W_t \cap W_{t''} \subseteq W_{t'}$

Die Baumweite einer Baumzerlegung ergibt sich aus der maximalen Anzahl an Knoten in einer der Mengen  $W_t$  minus 1, d. h.  $\max(|W_t| - 1 \mid t \in V_T)$ . Die Baumweite  $tw$  von  $G$  ist nun die kleinste Weite aller möglichen Baumzerlegungen von  $G$  [28].

Es existieren effiziente Algorithmen zur Subgraphisomorphie, die Eigenschaften von Graphen mit kleiner, begrenzter Baumweite ausnutzen. Der Ansatz von ALON, YUSTER & ZWICK [1] weist eine Komplexität von  $2^{O(k)} \cdot n^{tw+1}$  auf, wobei  $k$  die Knotenzahl des Mustergraphen  $H$ ,  $n$  die Anzahl Knoten des Modellgraphen  $G$  und  $tw$  die Baumweite des Mustergraphen  $H$  repräsentieren. Die Komplexität ist somit polynomiell in  $n$  mit einem Exponenten der von der Baumweite  $tw$  des gesuchten Graphen abhängig ist.

Der Algorithmus zur Suche eines Subgraphen kann verbessert werden, indem eine weitere Einschränkung des Musters  $H$  gefordert wird. Der Grad eines Knoten ist definiert als die Anzahl von Kanten, die mit ihm verbunden sind.  $\Delta(H)$  sei der größte Grad aller Knoten des Mustergraphen. Der Algorithmus von MATOUŠEK & THOMAS [21] besitzt eine Komplexität von  $O(k^{tw+1} \cdot n)$  und setzt voraus, dass  $\Delta(H)$  durch einen maximalen Grad  $\Delta$  begrenzt ist und sowohl  $G$  als auch  $H$  eine maximale Baumweite von  $tw$  einhalten. Der Algorithmus ist daher sogar polynomiell in der Anzahl Knoten des (üblicherweise relativ kleinen) Mustergraphen und nicht mehr in der Anzahl Knoten des Modellgraphen.



**Bild 2: Unbegrenzte Baumweite (a) und unbegrenzter Knotengrad (b) bei EPKs**

Wie zuvor bei der Planarität kann auch über die Baumweite von Modellen allein auf Basis der Modellierungssprache keine Aussage gemacht werden. Ein Beispiel für eine theoretisch unbeschränkte Baumweite wird durch das EPK-Modell in Bild 2 (a) aufgezeigt. Theoretisch ist es möglich, unendlich große Gitter aus Ereignissen, Funktionen und Konnektoren zu konstruieren. Die Baumweite eines Gitters entspricht seiner Höhe und Breite. Daher ist die

Baumweite einer EPK theoretisch unbegrenzt. Zudem kann eine unbegrenzte Anzahl an Ereignissen mit einem Konnektor verbunden werden (siehe Bild 2 (b)). Der maximale Knotengrad eines EPK-Modells ist daher theoretisch auch unbegrenzt. Ähnliche Beispiele können auch für andere Modellierungssprachen konstruiert werden. So kann in BPMN ein Gitter durch „join“ und „split“ Konnektoren erzeugt werden. Darüber hinaus können Aktivitäten mit beliebig vielen Ressourcen annotiert werden. Ähnliche Beispiele können für viele andere Sprachen wie z. B. ERM oder Klassendiagramme konstruiert werden.

Diese Ausführungen verdeutlichen, dass für jede graphentheoretische Eigenschaft, die eine effiziente Mustersuche ermöglicht, Beispielmuster konstruiert werden können, die diese Eigenschaft verletzen. Um die Anwendbarkeit der entsprechenden Algorithmen zu demonstrieren, ist somit eine empirische Analyse einer großen Menge konzeptioneller Modelle durchzuführen. Kann gezeigt werden, dass die Mehrheit dieser Modelle entsprechende Eigenschaften aufweisen, so können die oben vorgestellten effizienten Verfahren zur Mustererkennung in bestehende Analyseansätze integriert werden.

## 5 Aufbau der empirischen Analyse

Die Modelldatenbank, auf der die Analyse aufsetzt, besteht aus Modellen von fünf verschiedenen Modellierungsprojekten. Die ersten beiden Projekte (ÖV1 und ÖV2) entstanden im Rahmen von Prozessmodellierungsprojekten in der öffentlichen Verwaltung. Sie enthalten 2164 (ÖV1) bzw. 604 (ÖV2) EPK-Modelle. Das größte Modell der ÖV1-Datenbank enthält 912 Elemente. Die dritte Quelle für EPK- und ERM-Modelle enthält das von BECKER und SCHÜTTE vorgestellte Referenzmodell für den Handelssektor (Handel) [3]. Die Datenbank enthält insgesamt 35 ERMs und 54 EPKs. Die vierte Datenbank entstand im Rahmen eines Meta-Modellierungsprojektes (MM) und besteht aus 33 ERM-Modellen. Die fünfte Quelle enthält 26 UML-Klassendiagramme (UML KD) (UML [24]) aus dem Common Warehouse Metamodel (CWM [25]). Insgesamt werden damit 2822 EPK- und 68 ERM-Modelle sowie 26 UML-Klassendiagramme analysiert. Alle Modelle wurden in eine XML-Datenbank überführt, die auf dem in Abschnitt 3.1 beschriebenen Graphschema basiert.

Um die Planarität der Modelle zu untersuchen, wurde die Boost graph library (vgl. [30]) genutzt. Die Bibliothek implementiert den Boyer-Myrvold-Planaritätstest, welcher eine Komplexität von  $O(n)$  aufweist. Zur Berechnung der Baumweite wurde LibTW (vgl. [9]) eingesetzt. Die Bibliothek stellt verschiedene Algorithmen zur Berechnung von exakter Baumweite sowie deren oberer und unterer Schranke zur Verfügung. Da der Algorithmus zur exakten Berechnung der Baumweite für Modelle mit mehr als 100 Knoten fehlerhaft arbeitet, wurden obere und untere Schranke bestimmt. Die untere Schranke wurde mit Hilfe der Algorithmen MaximumMinimumDegreePlusLeastC und MinorMinWidth ermittelt, während die obere Schranke durch GreedyFillIn und GreedyDegree berechnet wurden. Falls obere und untere Schranke übereinstimmen, kann die Baumweite aus den Schranken geschlossen werden. Dies war für alle analysierten Modelle der Fall. Die Untersuchung wurde auf einem Dell XPS 1530M Notebook mit Windows 7 Service Pack 1 durchgeführt. Das Notebook enthält eine Intel Core Duo T7250 CPU mit 2 GHz und 2048 GB Arbeitsspeicher. Die Berechnung aller relevanten Kennzahlen dauerte bei Modellen mit höchstens 100 Knoten zwischen fünf Millisekunden und einer Sekunde, bei Modellen mit mehr als 100 Knoten bis zu drei Sekunden.

## 6 Empirische Analyse

### 6.1 Planarität

Tabelle 1 fasst die Ergebnisse des Tests auf Planarität in der Modelldatenbank zusammen. Trotz der Einschränkung, dass konzeptuelle Modelle generell nicht-planar sein können, zeigt sich, dass fast alle Modelle planar sind. Mit 90.9% enthält die MM-Datenbank die wenigsten planaren Modelle. Für alle anderen Datenbanken ist der Anteil größer als 98%. Wir erklären diese Abweichung dadurch, dass im Rahmen des Metamodellierungsprojekts vergleichsweise große Modelle erstellt wurden, mit denen zudem vergleichsweise komplexe Sachverhalte zur Spezifikation konfigurierbarer Modellierungsmethoden konstruiert wurden.

Projekt	Planare EPKs		Planare ERMs		Planare UML KDs	
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
ÖV1	2127	98,3%	—	—	—	—
ÖV2	602	99,6%	—	—	—	—
Handel	53	98,1%	35	100%	—	—
MM	—	—	30	90,9%	—	—
CWM	—	—	—	—	26	100%
Total	2782	98,6%	65	95,6%	26	100%

**Tabelle 1: Planarität**

Das Analyseergebnis zeigt, dass die Mehrheit der hier untersuchten Modelle durch effiziente Algorithmen, die die Planarität von Graphen ausnutzen, analysiert werden kann. Da es möglich ist, Planarität in linearer Laufzeit zu überprüfen (vgl. [7]), kann diese Eigenschaft effizient getestet und danach ein entsprechender Mustersuche-Algorithmus angewandt werden, dessen Laufzeit linear in der Anzahl der Knoten des Modellgraphen ist. Musterentsprechungen können daher in linearer Zeit für fast alle Modelle der vorliegenden Datenbanken berechnet werden. Es wird vermutet, dass die Planarität der großen Mehrheit der Modelle in der Tatsache begründet ist, dass diese nicht maschinell erstellt, sondern von Menschen entwickelt werden, die die in den Modellen ausgedrückten Sachverhalte unbewusst einfach darstellen. Dies verringert die strukturelle Komplexität der resultierenden Graphen. Prozessmodelle enthalten meist lineare Abfolgen von Aktivitäten, die nicht durch übermäßig komplizierte Verzweigungsstrukturen unterbrochen werden. Auch Datenmodelle und Klassendiagramme sind im Wesentlichen dünn besetzte Graphen, in denen jeder Knoten mit einer begrenzten Anzahl an Kanten verbunden ist. Dies begünstigt ihre planare Topologie.

### 6.2 Baumweite

Tabelle 2 präsentiert die Ergebnisse bezüglich der Baumweite der untersuchten Modelle. Die maximal ermittelte Baumweite beträgt vier. Fast 30 Prozent der EPK-Modelle weisen eine Baumweite von eins auf und sind damit Bäume. Für UML ist dies sogar für mehr als 65% der Modelle gegeben. Jedoch sind ERMs mit einem Anteil von 13,2% eher seltener Bäume. Allerdings weisen fast alle weiteren Modelle eine Baumweite von zwei oder drei auf. Nur sehr wenige Modelle besitzen eine Baumweite von vier.

Soll ein Subgraph mit einem die Baumweite ausnutzenden Algorithmus gesucht werden, wird dazu eine Baumzerlegung mit geringer Baumweite benötigt. Die Untersuchung zeigt, dass



Heuristiken zur Abschätzung der Baumweite nach oben gute Ergebnisse liefern. Da sie versuchen, heuristisch eine möglichst gute Baumzerlegung zu konstruieren, ist nach ihrer Anwendung die Baumzerlegung direkt vorhanden. So kann die Mustersuche in polynomieller Laufzeit erfolgen (vgl. [6]). Auch diese Ergebnisse sind vor dem Hintergrund interpretierbar, dass konzeptionelle Modelle von Menschen entwickelt werden. Die linearen Ablaufbeschreibungen von Prozessmodellen führen zu Bäumen oder baumähnlichen Graphen, die von entsprechenden Algorithmen einfach zu analysieren sind. Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus Abschnitt 6.1 besteht ein Unterschied zwischen Prozess- und Datenmodellen. Letztere repräsentierten eher Graphen mit höherer Baumweite. Die Mehrheit der untersuchten Modelle weist eine Baumweite von zwei oder drei auf. Auch die Anzahl der Datenmodelle mit Baumweite vier ist deutlich höher als bei Prozessmodellen. Aus Erfahrungen vermuten wir, dass dies durch in Datenmodellen häufiger auftretenden zyklischen Strukturen begründet ist.

Projekt	$tw = 1$		$tw = 2$		$tw = 3$		$tw = 4$	
	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
EPK Gesamt	908	32,2%	1619	57,4%	281	10%	14	0,5%
ÖV1	770	35,6%	1143	52,8%	238	11%	13	0,7%
ÖV2	134	22,2%	430	71,2%	39	6,5%	1	0,2%
Handel	4	7,4%	46	85,2%	4	7,4%	0	0%
ERM Gesamt	9	13,2%	42	61,8%	15	22,1%	2	2,9%
Handel	4	11,4%	29	82,9%	2	5,7%	0	0%
MM	5	15,2%	13	39,4%	13	39,4%	2	6,1%
UML KD Total (CWM)	17	65,4%	8	30,8%	1	3,8%	0	0%
Total	934	32%	1669	57,2%	297	10,2%	16	0,5%

**Tabelle 2: Baumweite**

### 6.3 Knotengrad

In Tabelle 3 sind die Messungen des maximalen Knotengrades  $\Delta(G)$  der Modelle zusammengefasst. Im Mittel schwanken die Werte zwischen eins und fünf. Mehr als 85% aller Modelle haben ein  $\Delta(G)$  kleiner 15. Im Vergleich der Modellierungssprachen finden sich die höchsten Werte bei den EPKs der ÖV1-Datenbank. Die Mehrheit der untersuchten Datenmodelle weist einen Knotengrad auf, der zwischen eins und zehn liegt. Bei Prozessmodellen treten jedoch auch höhere Knotengrade auf. Es wird angenommen, dass ein häufig verwendetes Konstrukt in Prozessmodellen – die multiple Verzweigung mithilfe eines Konnektors – für diesen hohen maximalen Knotengrad verantwortlich ist.

Die Ergebnisse demonstrieren jedoch, dass die meisten analysierten Modelle keine hohen Knotengrade aufweisen. Folglich können Graphen von Strukturmustern in den meisten Fällen auch kein hohes  $\Delta(H)$  aufweisen. Dies zeigt, dass die oben vorgestellte Erweiterung des auf der Baumweite basierenden Algorithmus in vielen Fällen angewendet werden kann.

Grad Projekt	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	>25
EPK Gesamt	1235 (43.2%)	774 (27%)	463 (16.2%)	217 (7.6%)	97 (3.3%)	72 (2.5%)
ÖV1	716 (32.6%)	647 (29.4%)	451 (20.5%)	217 (9.9%)	97 (4.4%)	72 (3.3%)
ÖV2	468 (77.5%)	124 (20.5%)	12 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Handel	51 (94.4%)	3 (5.6%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
ERM Gesamt	41 (60%)	26 (38%)	0 (0%)	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)
Handel	16 (45.7%)	19 (54.3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
MM	25 (75.8%)	7 (21.2%)	0 (0%)	1 (3%)	0 (0%)	0 (0%)
UML Total (CWM)	8 (27%)	5 (17%)	10 (33%)	7 (23%)	0 (0%)	0 (0%)
Gesamt	1284 (43.4%)	805 (27.2%)	473 (16%)	225 (7.6%)	97 (3.3%)	72 (2.4%)

Tabelle 3: Maximale Knotengrade

## 7 Fazit & Ausblick

Die hier vorgestellte Analyse verdeutlicht, dass die untersuchten Modelle Eigenschaften aufweisen, die eine effiziente Mustersuche auf Basis graphentheoretischer Algorithmen erlauben. Die Mehrheit der hier untersuchten Modelle weist eine begrenzte Baumweite auf und ist planar. Weniger als 2% der Modelle erfüllen letztgenannte Eigenschaft nicht. Ferner konnte kein Modell mit einer Baumweite größer als vier identifiziert werden. Lediglich 11% der Modelle besitzen eine Baumweite von drei oder vier. Der beobachtete Knotengrad liegt bei der Mehrheit der Modelle zwischen eins und fünf.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass effiziente, allgemein anwendbare Verfahren der Mustererkennung in bestehende Modellanalyseansätze integriert werden können. Ein entscheidender Vorteil der Nutzung eines allgemeinen Verfahrens ist dessen Transferfähigkeit. Es kann in Analyseansätzen verwendet werden, die für beliebige Modellierungssprachen und Analysezwecke (Modellvergleich, Compliance-Überprüfung, etc.) konzipiert sind. Neben der Transferfähigkeit ermöglicht die Effizienz eines entsprechenden Ansatzes die breite Anwendung, selbst wenn es sich bei den zu analysierenden Modellen um sehr große Modelle (bspw. Prozesslandschaften) handelt – und gerade im Rahmen der Analyse sehr umfangreicher Modelle ist eine automatisierte Analyseunterstützung besonders wichtig.

Dieser Beitrag stellt die empirische Grundlegung für die Entwicklung einer generischen und effizienten Modellanalysemethode zur Verfügung. Diese Methode wird ein gegebenes Modell in zwei Phasen analysieren. In einem ersten Schritt werden die graphentheoretischen Eigenschaften des Modells bestimmt. In einem nächsten Schritt wird der entsprechend effizienteste Algorithmus für die Mustersuche ausgewählt und angestoßen. Weitere Forschung wird sich dem Ziel widmen, diese generische Analysemethode zu implementieren und ihre Effizienz nicht nur theoretisch, sondern auch empirisch zu bestimmen. Es ist anzunehmen, dass nicht für jede Fragestellung, die im Rahmen der Modellanalyse auftritt, Verfahren der exakten Mustersuche angewendet werden können. Zu diesem Zweck sind weiterhin Algorithmen zu untersuchen, die zu einem vorgegebenen Muster ähnliche Subgraphen identifizieren (Subgraphhomöomorphie; vgl. z. B. [18]). Da die syntaktischen, semantischen und pragmatischen Freiheitsgrade der Modellierung durch die hier thematisierten Modelleigenschaften stark beeinflusst werden, konzentrieren sich langfristige

Forschungsaktivitäten darauf, konkrete Modellierungsrichtlinien zu formulieren und ggf. als Modellierungsanleitungsverfahren zu implementieren, um bereits von vornherein eine effiziente Analysierbarkeit der Modelle zu begünstigen.

## 8 Literatur

- [1] Alon, N; Yuster, R; Zwick, U (1995): Color-coding. *Journal of the ACM* 42(4):844-856.
- [2] Awad, A; Sakr, S (2010): Querying Graph-Based Repositories of Business Process Models. In Yoshikawa, M; Meng, X; Yumoto, T; Ma, Q; Sun, L; Watanabe, C (Hrsg.), *Database Systems for Advanced Applications*. Springer, Berlin / Heidelberg, 33-44.
- [3] Becker, J; Schütte, R (2004): *Handelsinformationssysteme*. 2. Auflage. Redline Wirtschaft bei Verlag Moderne Industrie, Landsberg.
- [4] Becker, J; Weiß, B; Winkelmann, A (2011): Automatic Identification of Structural Process Weaknesses – Experiences with Semantic Business Process Modeling in the Financial Sector. In: Schwabe, ABG (Hrsg.), *Proc. of the 10th Int. Conf. on Wirtschaftsinformatik*. Zürich, Switzerland.
- [5] Beerli, C; Eyal, A; Kamenkovich, S; Milo, T (2008): Querying business processes with BP-QL. *Information Systems Journal* 33(6):477-507.
- [6] Bodlaender, HL (2005): Discovering Treewidth. *SOFSEM 2005 Theory and Practice of Computer* 306:1-16.
- [7] Booth, K; Lueker, G (1976): Testing for the Consecutive Ones Property, Interval Graphs, and Graph Planarity Using PQ-Tree Algorithms. *Journal of Computer System Sciences* 13(13):335-379.
- [8] Cook, SA (1971): The complexity of theorem-proving procedures. In: *Proc. of the 3rd annual ACM symposium on Theory of computing*. New York, USA.
- [9] Dijk, T van; Heuvel, J-P van den; Slob, W (2011): LibTW. <http://www.treewidth.com/>.
- [10] Dijkman, R; Dumas, M; García-Bañuelos, L (2009): Graph Matching Algorithms for Business Process Model Similarity Search. In Dayal, U; Eder, J; Koehler, J; Reijers, H (Hrsg.), *Business Process Management*. Springer Berlin / Heidelberg, 48-63.
- [11] Dongen, BF Van; Dijkman, R; Mendling, J (2008): Measuring similarity between business process models. In Bellahsene, Z; Léonard, M (Hrsg.), *Advanced Information Systems Engineering*. Springer, Berlin / Heidelberg, 450-464.
- [12] Dongen, BF van; Mendling, J; Aalst, WMP van der (2006): Structural Patterns for Soundness of Business Process Models. *Proc. of the 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference* :116-128.
- [13] Dorn, F (2010): Planar Subgraph Isomorphism Revisited. In: *Proc. of the 27th Int. Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*. Nancy, France.
- [14] Eppstein, D (1999): Subgraph Isomorphism in Planar Graphs and Related Problems. *Journal of Graph Algorithms and Applications* 3(3):1-27.
- [15] Fellows, MR (1989): The Robertson-Seymour theorems: A survey of applications. *Contemporary Mathematics* 89:1-18.

- [16] García-Bañuelos, L (2008): Pattern Identification and Classification in the Translation from BPMN to BPEL. In Meersman, R; Tari, Z (Hrsg.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008*. Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg, 436-444.
- [17] Ghose, A; Koliadis, G (2007): Auditing Business Process Compliance. In Krämer, B; Lin, K-J; Narasimhan, P (Hrsg.), *Service-Oriented Computing – ICSOC 2007*. Springer, Berlin / Heidelberg, 169-180.
- [18] Gupta, A; Nishimura, N (1994): Sequential and parallel algorithms for embedding problems on classes of partial k-trees. In Schmidt, E; Skyum, S (Hrsg.), *Algorithm Theory – SWAT '94*. Springer, Berlin / Heidelberg, 172-182.
- [19] Hajiaghayi, M; Nishimura, N (2007): Subgraph isomorphism, log-bounded fragmentation, and graphs of (locally) bounded treewidth. *Journal of Computer and System Sciences* 73(5):755-768.
- [20] Knuplesch, D; Ly, L; Rinderle-Ma, S; Pfeifer, H; Dadam, P (2010): On Enabling Data-Aware Compliance Checking of Business Process Models. In Parsons, J; Saeki, M; Shoval, P; Woo, C; Wand, Y (Hrsg.), *Conceptual Modeling – ER 2010*. Springer, Berlin / Heidelberg, 332-346.
- [21] Matoušek, J; Thomas, R (1992): On the complexity of finding iso- and other morphisms for partial k-trees. *Discrete Mathematics* 108(1-3):343-364.
- [22] Mendling, J (2007): *Detection and prediction of errors in EPC business process models*. Wien.
- [23] Momotko, M; Subieta, K (2004): Process Query Language : A Way to Make Workflow Processes More Flexible. *Advances in Databases and Information Systems* 54:306-321.
- [24] Object Management Group (2011): *Unified Modeling Language*. <http://uml.org/>.
- [25] Object Management Group (2011): *Common Warehouse Metamodel 1.1*. <http://www.omg.org/spec/CWM/1.1/>.
- [26] Ouyang, C; Dumas, M; Hofstede, AHMT; Aalst, WMP van der (2008): Pattern-based Translation of BPMN Process Models to BPEL Web Services. *International Journal of Web Services Research* 5(1):1-21.
- [27] Reijers, HA; Mendling, J; Dijkman, RM (2011): Human and automatic modularizations of process models to enhance their comprehension. *Information Systems Journal* 36(5):881-897.
- [28] Robertson, N; Seymour, P (1984): Graph minors. III. Planar tree-width. *Journal of Combinatorial Theory, Series B* 36(1):49-64.
- [29] Shamir, R; Tsur, D (1999): Faster Subtree Isomorphism. *Journal of Algorithms* 33(2):267-280.
- [30] Siek, J; Lee, LQ; Lumsdaine, A (2002): *The Boost Graph Library: User Guide and Reference Manual*. Addison-Wesley, Boston.
- [31] Smirnov, S; Weidlich, M; Mendling, J; Weske, M (2009): Action Patterns in Business Process Models. In Baresi, L; Chi, C-H; Suzuki, J (Hrsg.), *Service-Oriented Computing*. Springer, Berlin / Heidelberg, 115-129.

- [32] Touré, F; Baïna, K; Benali, K (2008): An Efficient Algorithm for Workflow Graph Structural Verification. In Meersmann, R; Tari, Z (Hrsg.), On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008. Springer, Berlin / Heidelberg, 392-408.
- [33] Uba, R; Dumas, M; Garcia-Banuelos, L; Rosa, M La (2011): Clone Detection in Repositories of Business Process Models. Brisbane.
- [34] Ullmann, JR (1976): An Algorithm for Subgraph Isomorphism. Journal of the ACM 23(1):31-42.
- [35] Weber, B; Reichert, M; Mendling, J; Reijers, HA (2011): Refactoring large process model repositories. Computers in Industry 62(5):467-486.
- [36] Weidlich, M; Polyvyanyy, A; Desai, N; Mendling, J (2010): Process Compliance Measurement Based on Behavioural Profiles. In Pernici, B (Hrsg.), Advanced Information Systems Engineering. Springer, Berlin / Heidelberg, 499-514.
- [37] Yan, Z; Dijkman, R; Grefen, P (2010): Fast Business Process Similarity Search with Feature-Based Similarity Estimation. In Meersmann, R; Dillon, T; Herrero, P (Hrsg.), On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010. Springer, Berlin / Heidelberg, 60-77.



# Zur Identifikation von Strukturanalogien in Prozessmodellen

**Jürgen Walter, Peter Fettke, Peter Loos**

Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum  
für Künstliche Intelligenz (DFKI) und Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken,  
E-Mail: {juergen.walter, peter.fettke, peter.loos}@iwi.dfki.de

## Abstract

Geschäftsprozessmodelle haben einen bedeutenden Stellenwert für die Modellierung betrieblicher Informationssysteme. Mit der immer größer werdenden Verbreitung nimmt auch die Komplexität solcher Modelle zu. Oft umfassen sie mehrere hunderte oder tausende Elemente, nicht selten mit erheblichen Redundanzen. Um eine Senkung dieses Umfangs zu erreichen, wurde in der Literatur auf die Verwendung von Analogien verwiesen. Da diese jedoch bisher nur für Datenmodelle definiert wurden, werden in diesem Beitrag einige Definitionen im Kontext von Prozessmodellen gegeben und entsprechende Maße zur Analogieberechnung vorgestellt sowie deren Anwendungspotentiale aufgezeigt.

## 1 Motivation

Im letzten Jahrzehnt hat das Geschäftsprozessmanagement (GPM) durch die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnik enorm an Bedeutung für Unternehmen gewonnen [12]. Ein wesentlicher Bestandteil von GPM sind Geschäftsprozessmodelle, die die notwendigen Prozessschritte umfassen, die für die Erstellung von Produkten oder Dienstleistungen notwendig sind [18]. Erfahrungsgemäß weisen diese im Allgemeinen eine sehr hohe Komplexität auf. Dies beruht im Wesentlichen auf folgenden drei Faktoren. Erstens umfassen Modelle mit praktischer Relevanz mehrere hundert Elemente, des Öfteren auch weitaus mehr, wie zum Beispiel das Handels-H-Modell von Becker und Schütte [2] mit mehr als 2000 Elementen. Zweitens wird die Modellkomplexität durch deren Anwendung in verschiedenen Wirtschaftsbereichen sowie durch verschiedene Akteure erhöht. Ebenso beeinflussen neue Technologien die Komplexität immens, wie z. B. die Möglichkeit der gemeinschaftlichen Entwicklung durch verschiedene Modellierer [11]. Weiterhin treten vielfältigste Änderungen während der langen Lebenszyklen der Prozessmodell auf [11].

Eine bekannte Methode zur Senkung der Komplexität basiert auf der Identifikation und Nutzung von Strukturanalogien [2;7;11]. Darunter können Ähnlichkeiten von Modellkonstrukten innerhalb eines oder mehrerer verschiedener Modelle verstanden werden. In der Literatur werden Strukturanalogien als relevant für die Geschäftsprozessmodellierung erachtet und meist intuitiv

anhand von leicht verständlichen Beispielen eingeführt. Sie sind vergleichbar mit industriellen Gleichteilen anderer Ingenieursdisziplinen [19]. Die Nutzung von Strukturanalogien weist ein hohes Potential für die Komplexitätssenkung von Prozessmodellen auf, wodurch letztendlich auch Entwicklungskosten reduziert werden können.

Strukturanalogien weisen neben dem praktischen Nutzen auch eine hohe theoretische Relevanz auf: Identifizierte Strukturanalogien können Hinweise auf bisher unbekannte Zusammenhänge innerhalb des Gegenstandsbereichs der Wissenschaft Wirtschaftsinformatik geben. Dadurch wird eine Beschreibung ähnlicher Sachverhalte auf einer höheren Abstraktionsstufe („Generalisierung“) ermöglicht [7]. Solch eine Abstraktion wird beispielsweise bei der Erstellung von Referenzmodellen genutzt [8], welche mittlerweile für nahezu jeden Bereich in der Wirtschaft aufgestellt wurden. Dies impliziert einige wichtige Fragen: *Existieren Konstrukte, die in einem Modell immer wieder oder gar gleichzeitig mit anderen auftreten? Wie häufig treten diese auf? Welche Gemeinsamkeiten weisen die verschiedene Modelle auf? Worin liegen die Unterschiede?*

Zur Beantwortung der genannten Fragenstellungen, wird folgender systematischer Vorgehensweise gefolgt (Bild 1):



**Bild 1: Vorgehensweise zur Identifikation von Strukturanalogien**

Im zweiten Kapitel wird ein Literaturüberblick gegeben, welche Ansätze zur Ähnlichkeitsberechnung von Prozessmodellen im Allgemeinen bisher existieren. Kapitel drei führt neue Ansätze zur Berechnung der Strukturanalogie ein. Im Anschluss daran werden diese in Kapitel vier auf das Y-CIM-Referenzmodell von Scheer [18] sowie das Handels-H-Referenzmodell von Becker und Schütte [2] angewendet, von denen angenommen wird, dass diese Gemeinsamkeiten bzw. Analogien aufweisen. Kapitel fünf gibt abschließend eine Zusammenfassung des Beitrags sowie einen Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

## 2 Literaturüberblick

Das Verständnis über den Begriff der Ähnlichkeit im Bereich der Prozessmodellierung geht weit auseinander. Es werden im Wesentlichen drei Sichtweisen unterschieden.

Zum ersten kann die Ähnlichkeit über die in einem Modell vorhandenen Prozesselemente, wie z. B. Ereignisse, Funktionen und Konnektoren etc., berechnet werden [4;6;13]. Hierfür werden Attribute der Elemente herangezogen - typischerweise die Bezeichner. Diese können hinsichtlich der Syntax und Semantik sowie ihrem Bezug auf ihre umgebenden Elemente untersucht werden [5]. Zur syntaktischen Analyse werden z. B. *String-Edit*-Distanzen berechnet, die angeben, in wie vielen Zeichen sich zwei Bezeichner (Wörter bzw. Wortgruppen) unterscheiden. Ein anderes Verfahren, das *Word-Stemming*, bezeichnet die Rückführung eines Wortes auf dessen Wortstamm, welcher für den Elementvergleich herangezogen wird. Ebenso wird das Stopp-Wort-Eliminations-Verfahren genutzt, bei dem sehr häufig auftretende Wörter ignoriert werden, da diese nur geringfügig zur Elementunterscheidung beitragen. Diese und weitere Verfahren werden meist in Kombination eingesetzt. Die semantische Analyse von Bezeichnern geht über die Berechnung der syntaktischen Ähnlichkeit hinaus, indem Synonyme, Homonyme,



Hyponyme und Hyperonyme sowie Antonyme mit Hilfe von Thesauri [9] oder Unternehmensontologien [20] identifiziert werden. Bei kontextbezogenen Analysen werden auch die umgebenden Elemente mitberücksichtigt, wodurch zusätzliche Informationen für eine präzisere Analyse verfügbar sind [4].

Die strukturelle Analyse von Prozessmodellen bildet den zweiten Ansatzpunkt zur Identifikation von Ähnlichkeiten. Die meisten dieser Verfahren beruhen auf der Analyse der einem Prozessmodell zu Grunde liegenden Graphstruktur [3;21]. Die einzelnen Prozesselemente bilden die Knoten des Graphen und der Kontrollfluss wird über die Kanten repräsentiert. Teilweise wird von der konkret eingesetzten Modellierungssprache wie EPK, BPMN oder Petrinetzen abstrahiert und ein allgemeineres graphbasiertes Modell eingeführt, auf dem die Analysen stattfinden. Vornehmlich wird die Ähnlichkeit zweier Modelle über die Berechnung von *Graph-Edit*-Distanzen vorgenommen [4;14]. Hier werden solange Knoten in einem Modell eingefügt, gelöscht oder substituiert, bis es dem anderen entspricht. Jeder Änderungsoperation werden Kosten zu Grunde gelegt, anhand derer der Ähnlichkeitsgrad bestimmt wird. Zwei Modelle gelten als ähnlicher, desto geringer die Gesamttransaktionskosten sind.

Die dritte Sichtweise der Ähnlichkeitsanalyse basiert auf einer Verhaltensanalyse [4;24;1]. Bei vielen Ansätzen werden die verschiedenen „Ausführungssequenzen“, sogenannte *Process-Traces* [24], eines Modells mit denen eines anderen verglichen. Die notwendigen Daten werden während der Prozessausführung oder durch Simulation in sogenannten Log-Dateien erfasst. Die Analysemethode eignet sich hervorragend in Situationen, in denen keine Prozessmodelle vorhanden sind. Da bei diesem Verfahren jedoch die Äquivalenz von Elementen teilweise vorausgesetzt wird, welche entweder durch den Modellierer oder ein anderes Verfahren bestimmt werden muss, wie z. B. einem element-basierten Vergleich, ist der Anwendungshorizont etwas eingeschränkt. Dies bedeutet für die Analyse, dass sie sich vornehmlich auf Log-Dateien bezieht, die zum gleichen Prozess gehören, welche z. B. zu verschiedenen Ausführungen von Prozessinstanzen dieses Prozesses gehören. Dies wird z. B. zur Konformitätsprüfung (*conformance checking* etc.) genutzt [15]. Die Methode bietet zudem auch die Vergleichsmöglichkeit von Prozessmodellen an, denen unterschiedliche Modellierungssprachen zu Grunde liegen. Auch die Analyse der Häufigkeiten von Ausführungssequenzen ist möglich, wodurch relevante von irrelevanten Teilen eines Prozesses identifiziert werden können, was bei anderen Methoden nicht unmittelbar möglich ist, da alle Elemente als gleich wichtig angesehen werden.

Die in der Literatur vorgestellten Methoden beziehen sich weitestgehend auf den direkten Vergleich zweier vollständiger Prozesse und somit auf deren Ähnlichkeit. Der Unterschied zwischen Ähnlichkeit und Analogie besteht darin, dass sich ein Vergleich bei der Ähnlichkeitsanalyse mindestens auf zwei komplette Prozesse bezieht und nicht auf die Analyse eines einzelnen oder Teilen eines Prozesses ausgerichtet ist. Die Möglichkeit einer Einzel- bzw. Teilanalyse ist ein Ziel dieses Beitrags. Zwei Prozesse können analog zueinander sein, sie sind sich jedoch nicht ähnlich, weil sie z. B. für völlig unterschiedliche Aufgaben aus unterschiedlichen Anwendungsdomänen konzipiert wurden. Dennoch können sie eine identische Vorgehensweise bei der Bearbeitung der Aufgaben haben, was sich beispielsweise in den zu Grunde liegenden Strukturen widerspiegelt.

Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der strukturellen Analogie von Prozessmodellen.

### 3 Strukturelle Analogie von Prozessmodellen

Im vorangegangenen Abschnitt wurden einige verschiedene Ansätze zur Berechnung der Ähnlichkeit von Prozessmodellen angesprochen. Wie erwähnt, benötigt die Analyse von Ausführungssequenzen eine Implementierung und Ausführung der Prozessmodelle oder zumindest eine Simulation. Bei einer strukturellen Analyse ist dies nicht unbedingt notwendig. Im Folgenden werden zwei Verfahren zur strukturellen Analyse vorgestellt.

Der strukturelle Vergleich von Prozessmodellen erfordert die einheitliche Verwendung einer Modellierungssprache. Für den hier gewählten Ansatz sei dies die weit verbreitete Modellierungssprache EPK [23], in der auch die untersuchten Modelle vorliegen. Da nahezu allen Prozessmodellen eine Graphstruktur zu Grunde liegt, sind die vorgestellten Ansätze auch auf andere Sprachen übertragbar, weshalb die EPK für die vorliegende Arbeit einen geeigneten Ansatz darstellt. Eine EPK sei in Anlehnung an [23] folgendermaßen definiert:

**Definition 1:** Eine EPK ist ein gerichteter zusammenhängender Graph  $G = (V_G, E_G)$  mit einer Knotenmenge  $V_G$ , bestehend aus den disjunkten Mengen von Ereignissen  $E$ , Funktionen  $F$  und Konnektoren  $C$ , sowie einer Kantenmenge  $E_G$ , wobei folgende Eigenschaften gelten:

- $V_G = E \cup F \cup C$ , mit  $E \cap F = E \cap C = F \cap C = \emptyset$
- $E_G \subseteq (V_G \times V_G) / ((E \times E) \cup (F \times F))$  ist eine nichtleere Menge von Kanten mit  $\forall (v_1, v_2) \in E_G$ :  $v_1 \neq v_2$  und  $\forall (v_1, v_2) \in E_G \Rightarrow (v_2, v_1) \notin E_G$
- $t: C \rightarrow \{\wedge, \vee, \times\}$  ist eine Funktion, die Konnektoren auf Konnektortypen abbildet
- $\bullet v = \{u \mid (u, v) \in E_G\}$ ;  $v \bullet = \{u \mid (v, u) \in E_G\}$
- $C_{\wedge S} = \{c \in C \mid t(c) = \wedge \wedge |\bullet v| = 1 \wedge |v \bullet| > 1\}$
- $C_{\vee J} = \{c \in C \mid t(c) = \vee \wedge |\bullet v| > 1 \wedge |v \bullet| = 1\}$
- Für  $\vee$  und  $\times$  seien  $C_{\vee S}$  und  $C_{\vee J}$  sowie  $C_{\times S}$  und  $C_{\times J}$  äquivalent definiert

Der nachfolgende Ansatz bietet die Möglichkeit strukturelle Analogien zu identifizieren, die innerhalb eines oder mehrerer Modelle wiederholt auftreten. Die Berechnung bezieht die Elemente ein, jedoch nicht deren Beziehungen zu anderen.

In Moog [16] wird eine formale Definition für den Grad der strukturellen Analogie gegeben, welche sich jedoch auf Systeme im generellen bezieht. Das Maß, bezeichnet mit  $d$ , ist über zwei Mengen  $A$  und  $B$  definiert:  $d = |A \cap B| / |A \cup B|$ , wobei der Schnitt und die Vereinigung mit Hilfe eines element-spezifischen Vergleichsoperators berechnet werden. Das Ergebnis liegt im Intervall  $[0, 1]$ , wobei 0 besagt, dass keine Analogie vorliegt und je größer der Wert ist, desto größer auch die Analogie. Ist der  $d$  gleich 1, so sind die Mengen identisch.

Dieses Konzept wird nun auf Prozessmodelle übertragen, wobei verschiedene Maße für jeden Knotentyp (Ereignisse, Funktionen, Konnektoren und Kanten) definiert werden:

**Definition 2:** Der *Grad der Ereignisanalogie* zwischen einer EPK  $A$  und einer EPK  $B$  wird definiert als  $d_E(A, B) = |E(A) \cap E(B)| / |E(A) \cup E(B)|$ , wobei  $E(A)$  und  $E(B)$  die Mengen der Ereignisse der jeweiligen EPK sind.

Analog zu Definition 2 können Maße für die *Funktionsanalogie* ( $d_F$ ), die *Konnektoranalogie* ( $d_C$ ) sowie die *Kantenanalogie* ( $d_A$ ) definiert werden, indem die entsprechenden Mengen herangezogen werden. Zwei Kanten werden als identisch angesehen, wenn ihre Start- und End-Knoten

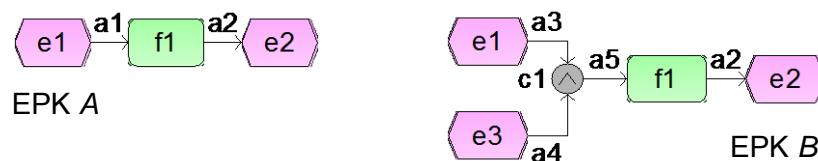
gleich sind. Der für den Schnitt- und Vereinigungsoperator notwendige element-spezifische Vergleichsoperator kann beispielsweise auf einem string-basierten Vergleich der Bezeichner beruhen. Alternativ können auch Informationen genutzt werden, wie sie zum Beispiel das ARIS-Toolset der Software AG bietet. Hier können bestehende Elemente wiederverwendet werden, sogenannte „Ausprägungskopien“. Andere Modellierungswerkzeuge, die eine solche Unterstützung bieten, sind den Autoren nicht bekannt.

Um ein Gesamtmaß für die Analogie zweier Prozessmodelle zu bestimmen, kann z. B. der Mittelwert aus den oben definierten Maßen gebildet.

**Definition 3:** Der *Grad der Elementanalogie* zwischen einer EPK  $A$  und einer EPK  $B$  wird definiert als  $d(A, B) = (d_E(A, B) + d_F(A, B) + d_C(A, B) + d_A(A, B)) / k$  mit  $k = 4 \Leftrightarrow |C(A) \cup C(B)| > 0$  und  $k = 3$  sonst.

Um genauere Werte für  $d$  zu erhalten, kann beispielsweise das Maße  $d_C$  weiter verfeinert werden, in dem beispielsweise nach den Konnektortypen  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\times$  bzw. Split und Join differenziert wird.

Wird Definition 2 auf die beiden EPK  $A$  und  $B$  aus Bild 2 angewendet, ist die Ereignisanalogie  $d_E(A, B) = |E(A) \cap E(B)| / |E(A) \cup E(B)| = |\{e_1, e_2\} \cap \{e_1, e_2, e_3\}| / |\{e_1, e_2\} \cup \{e_1, e_2, e_3\}| = |\{e_1, e_2\}| / |\{e_1, e_2, e_3\}| = 2/3 \approx 0,67$ . Die Funktionsanalogie  $d_F(A, B) = |F(A) \cap F(B)| / |F(A) \cup F(B)| = 1$ , weil die einzige Funktion in beiden EPK vorkommt.  $d_C$  ist 0, da der nur in einer der beiden EPK ein Konnektor vorkommt. Die Kantenanalogie  $d_A(A, B)$  liegt bei 0.2. Die Elementanalogie nach Definition 3 liegt bei  $d(A, B) = (d_E + d_F + d_C + d_A) / 4 = 28 / 60 \approx 0,47$ .



**Bild 2:** Ähnlichkeitsberechnung für teilweise strukturanaloge EPK

Dieses Beispiel zeigt, dass die Analogie-Maße nach Definition 2 und 3 sich sehr einfach berechnen lassen und entsprechende Resultate liefern können. Voraussetzung ist allerdings, dass Elemente als analog identifiziert werden müssen, was zwar bei der Nutzung von Ausprägungskopien trivial ist, ansonsten aber entsprechende Vergleichsverfahren erfordert. Liegt kein solches Verfahren vor und wird angenommen, dass alle Elemente verschieden sind, so sind diese Maße wenig hilfreich, da sie immer 0 liefern. Aus diesem Grund wird ein weiteres Verfahren zur Bestimmung der strukturellen Analogie eingeführt, welches auf der Analyse der zu Grunde liegenden Graphstruktur basiert.

Im Gegensatz zu anderen strukturellen Verfahren, werden hier nicht *Graph-Edit*-Distanzen berechnet, sondern (Sub-) Graphisomorphismen. Dies hat den Vorteil, dass bei diesem Verfahren auch alle Teilstrukturen identifiziert werden, und nicht nur eine einzige Abbildung.

Um die strukturelle Analogie zwischen zwei Prozessen mit Hilfe der Graphentheorie zu berechnen, ist für zwei gegebene Graphen  $G$  und  $H$  zu prüfen, ob ein Subgraph von  $H$  isomorph zu einem Subgraphen von  $G$  ist. Diese Problemstellung ist allgemein unter dem Namen *Subgraph Isomorphismus Problem* bekannt [10], das hier auf EPK übertragen wird.

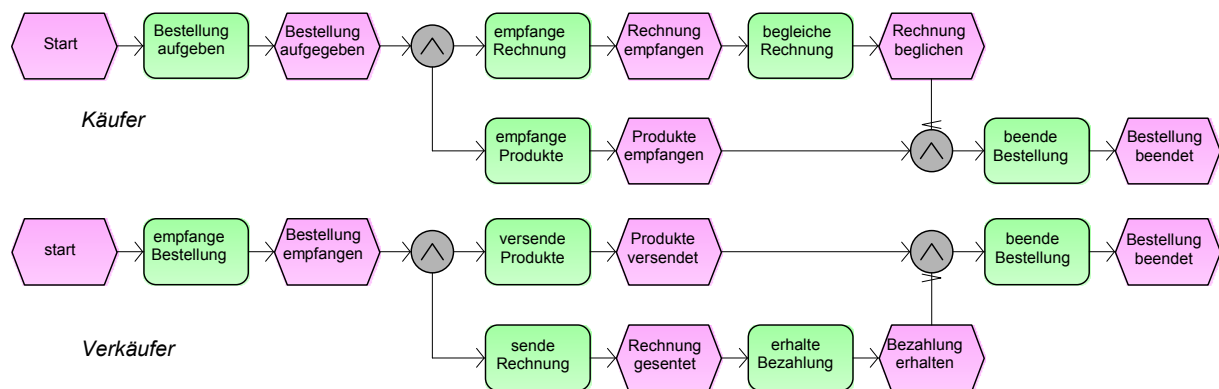
**Definition 4:** Ein *Subgraph*  $H = (V_H, E_H)$  eines Graphen  $G = (V_G, E_G)$  ist ein Graph dessen Knotenmenge  $V_H$  eine Teilmenge der Knotenmenge  $V_G$  von  $G$  ist, wobei alle Kanten von  $H$  auch in  $G$  vorhanden sind:  $H \subseteq G \Leftrightarrow V_H \subseteq V_G: E_H \subseteq E_G$ . Die Menge  $S^k(G) = \{H \mid H \subseteq G \wedge |V_H| = k\}$  sei die Menge aller zusammenhängenden Subgraphen von  $G$  mit  $k$  Knoten.

**Definition 5:** Zwei EPK  $A = (V_A, E_A)$  und  $B = (V_B, E_B)$  sind *isomorph* ( $A \cong B$ ) genau dann, wenn eine bijektive Funktion  $f$  existiert, die alle adjazenten Knoten in  $A$  auf Knoten in  $B$  genau dann abbildet, wenn die Knoten in  $B$  adjazent sind:  $A \cong B \Leftrightarrow \exists f: (E(A), F(A), C_{\wedge S}(A), C_{\vee S}(A), C_{\times S}(A), C_{\wedge J}(A), C_{\vee J}(A), C_{\times J}(A)) \rightarrow (E(B), F(B), C_{\wedge S}(B), C_{\vee S}(B), C_{\times S}(B), C_{\wedge J}(B), C_{\vee J}(B), C_{\times J}(B)): \forall u, v \in V_A: (u, v) \in E_A \Leftrightarrow (f(u), f(v)) \in E_B$

**Definition 6:** Zwei EPK  $A$  und  $B$  sind *strukturell analog* genau dann, wenn sie isomorph sind.

**Definition 7:** Eine EPK  $A$  ist *strukturell enthalten* in einer EPK  $B$  ( $A \simeq B$ ) genau dann, wenn es einen Subgraphen in  $B$  gibt, der isomorph zu  $A$  ist:  $A \simeq B \Leftrightarrow \exists B' \subseteq B: B' \cong A$ .

**Definition 8:** Eine EPK  $A$  ist *teilweise strukturell analog* zu einer EPK  $B$  ( $A \sim B$ ) genau dann, wenn ein zusammenhängender Subgraphen in  $A'$  existiert, der isomorph zu einem zusammenhängenden Subgraphen in  $B'$  ist:  $A \sim B \Leftrightarrow \exists A' \subseteq A: \exists B' \subseteq B: A' \cong B'$ .



**Bild 3:** Zwei strukturell analoge EPK: Käufer - Verkäufer

Die in Bild 3 dargestellten EPK weisen unterschiedliche Bezeichner in den einzelnen Elementen auf. Da diese jedoch bei der Analogieberechnung nicht berücksichtigt werden, sind nach Definition 6 die beiden EPK strukturell analog.

Die Definitionen 6-8 determinieren zwar die Existenz einer Strukturalogie, jedoch geben sie kein Aufschluss über den Grad der Analogie, weshalb in Definition 9 dieser bestimmt wird. Die Werte liegen zwischen 0 (keine Ähnlichkeit) und 1 (strukturell analog).

**Definition 9:** Der *Grad der Strukturalogie*  $d_s$  zwischen EPK  $A$  und  $B$  wird definiert als:

$$d_s(A, B) = \frac{|S(A) \otimes S(B)|}{|S(A)| + |S(B)| - |S(A) \otimes S(B)|}, \text{ mit } X \otimes Y = \{x \mid x \in X, y \in Y: x \cong y\}, \text{ wobei } S(X) \text{ die}$$

Menge aller in  $X$  vorhandenen Subgraphen sei:  $S(X) = \{S^k(X) \mid k = 1..|V_X|\}$ .

Nachfolgend wird Definition 9 auf das Beispiel in Bild 2 angewendet, wobei die Elementindizierung nur zu deren Unterscheidung genutzt wird und nicht deren Gleichheit impliziert:

$$|S(A)| = | \{ (\{e\}, \emptyset), (\{f\}, \emptyset), (\{e, f\}, \{(e, f)\}), (\{e, f\}, \{(f, e)\}), (\{e_1, e_2, f\}, \{(e_1, f), (f, e_2)\}) \} | = 5$$

$$|S(B)| = | \{ (\{e\}, \emptyset), (\{f\}, \emptyset), (\{c\}, \emptyset), (\{e, c\}, \{(e, c)\}), (\{c, f\}, \{(c, f)\}), (\{f, e\}, \{(f, e)\}), (\{e_1, e_2, c\}, \{(e_1, c), (e_2, c)\}), (\{e, f, c\}, \{(e, c), (c, f)\}), (\{e, f, c\}, \{(c, f), (f, e)\}), (\{e_1, e_2, f, c\}, \{(e_1, c), (e_2, c), (c, f)\}), (\{e_1, e_2, f, c\}, \{(e_1, c), (c, f), (f, e_2)\}), (\{e_1, e_2, e_3, f, c\}, \{(e_1, c), (e_2, c), (c, f), (f, e_2)\}) \} | = 12$$

$$|S(A) \otimes S(B)| = | \{ (\{e\}, \emptyset), (\{f\}, \emptyset), (\{e, f\}, \{(f, e)\}) \} | = 3$$

$$d_S(A, B) = |S(A) \otimes S(B)| / (|S(A)| + |S(B)| - |S(A) \otimes S(B)|) = 3 / 14 \approx 0,21$$

Eine Analogie (hier  $d_S \approx 0,21$ ) kann identifiziert werden, selbst wenn keine Informationen der Elemente genutzt werden, sondern nur deren Zusammenhang. Bei Anwendung von Definition 9 auf die EPK in Bild 3 ergibt sich für den Grad der Strukturanalogie ein Wert  $d_S = 1$ , wohingegen die Elementaranalogie  $d = (2/10 + 1/9 + 2/2 + 2/24) / 4 \approx 0,35$  ist.

## 4 Ähnlichkeit von Y-CIM und Handels-H

In diesem Abschnitt wird die Definition 9 „Grad der Strukturanalogie“ auf zwei Referenzmodelle angewendet, das Y-CIM-Modell von Scheer [18] und das Handels-H Modell von Becker und Schütte [2]. Die Elementaranalogie nach Definition 2 wird nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass alle Elemente verschieden sind und somit  $d_E = 0$  wäre.

Zur Analyse wurde ein Werkzeug entwickelt, welches alle vorhandenen Subgraphen zweier gegebener Modelle, deren Häufigkeiten sowie die Strukturanalogien zwischen den Modellen berechnet. Tabelle 1 enthält eine einfache Statistik der ausgewählten Referenzmodelle. Aus dem Verhältnis von Knoten (Summe der Ereignissen, Funktionen und Konnektoren) und Kanten geht hervor, dass die betrachteten Graphen dünn besetzt sind. Die EPK des Y-CIM-Modells umfassen durchschnittlich 17 Knoten und 17 Kanten, wohingegen die des Handels-H-Modells im Durchschnitt 40 Knoten respektive 43 Kanten enthält. Die kleinsten EPK umfassen gerade einmal 3 Knoten und 2 Kanten; die größte 111 Knoten und 128 Kanten.

Bei der Analyse wurde auf die Unterscheidung der Konnektortypen ( $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\times$ , Split und Join) zu Gunsten der Übersichtlichkeit verzichtet und ebenso auf die Berechnung von Subgraphen mit mehr als acht Knoten. Tabelle 2 zeigt die Strukturanalogien der beiden Referenzmodelle. Es existieren drei Strukturen bestehend aus einem Knoten, welche den drei Knotentypen entsprechen. Gleiches gilt für die sieben Strukturen der Größe 2, welche gerade den Kantentypen entsprechen, die durch die Typen der Start- und Endknoten determiniert werden. Beide Male resultiert dies in einem Grad der Strukturanalogie von 1. In beiden Modellen treten auch die gleichen Strukturen mit drei Knoten auf. Überraschenderweise sind mehr als die Hälfte der Strukturen mit fünf Knoten in beiden Modellen vorhanden und immerhin noch 23% der Strukturen mit sieben und 14% bei acht Knoten. Insgesamt stimmt das Y-CIM- mit dem Handels-H-Modell in 20% der Strukturen mit bis zu acht Knoten überein. Nicht überraschend, sinkt der Grad der Strukturanalogie mit steigender Knotenanzahl.

Eines der in der Einführung genannten Ziele dieses Beitrags ist die Identifikation analoger Strukturen. In Tabellen 3 sind die Strukturen der Größe 2 und Tabelle 4 ausgewählte Strukturen der Größe 3 und deren relativen Häufigkeiten aufgeführt, wobei jeweils das Minimum bzw. Maximum der aufgetretenen Werte einer Spalte hervorgehoben wurde.

Die auftretenden Kantentypen, ersichtlich aus Tabelle 3, unterscheiden sich hinsichtlich ihrer relativen Häufigkeitsverteilung kaum. Die häufigsten Kanten gehen in beiden Modellen von einem Ereignis zu einem Konnektor. Der geringste Unterschied zwischen beiden Modellen tritt bei Kanten auf, die mit einer Funktion starten und einem Konnektor enden. Weiterhin geht hervor, dass im Handels-H-Modell wesentlich öfter Ereignisse auf Konnektoren folgen. Die häufigste Struktur der Größe 3 (siehe Tabelle 4) ist im Y-CIM-Modell mit rund 14% die Sequenz  $F \rightarrow C \rightarrow E$ . Im Handels-H-Modell ist dies mit 14% die Sequenz in umgekehrter Reihenfolge,  $E \rightarrow C \rightarrow F$ . Die Sequenz von  $F \rightarrow E \rightarrow C$  tritt in beiden Modellen mit ungefähr der gleichen relativen Häufigkeit auf.

Ein ermittelter Strukturanalogie-Messwert besagt, zu welchem Prozentsatz die verglichenen Modelle in ihren Strukturen übereinstimmen. Gleichzeitig gibt dies auch Aufschluss darüber, welche Strukturen im jeweils anderen Modell nicht auftreten. Je größer dieser Wert ist, desto höher ist der Grad der möglichen Wiederverwendung, z. B. in Form von „Referenz-Bausteinen“. Somit kann das Maß als mögliches Maß gesehen werden, was das Optimierungspotential widerspiegelt. Für eine konkrete Konstruktion solcher Bausteine sollten die Auftretenshäufigkeiten berücksichtigt werden, da sich nicht jede identifizierte Analogie hierfür eignet. Eine sehr markante Struktur der Größe acht, die in beiden Modellen sehr häufig auftritt, besteht aus zwei Ereignissen, gefolgt von einem Join-Konnektor und einer Funktion, auf die wiederum ein Split-Konnektor mit zwei Ereignissen folgt. An einem dieser Ereignisse ist eine Funktion angeknüpft.

Model	EPK-Anzahl	Ereignisse	Funktionen	Konnektoren	Knoten	Kanten	Graphdichte
Y-CIM	44	343 / 47%	240 / 33%	145 / 20%	728	752	0,001421
Handels-H	58	1031 / 45%	705 / 30%	573 / 25%	2309	2501	0,000469

Tabelle 1: Allgemeine Statistik Y-CIM und Handels-H

Subgraphengröße	Y-CIM	Handels-H	Vereinigung	Schnitt	Grad der Strukturanalogie
1	3	3	3	3	1,000
2	7	7	7	7	1,000
3	25	25	25	25	1,000
4	83	100	105	78	0,743
5	273	347	402	218	0,542
6	787	1018	1323	482	0,364
7	2077	2700	3876	901	0,232
8	5108	6491	10163	1436	0,141
<b>Summe</b>	<b>8363</b>	<b>10691</b>	<b>15904</b>	<b>3150</b>	<b>0,198</b>

Tabelle 2: Strukturähnlichkeit zwischen Y-CIM und Handels-H

Subgraph	Y-CIM	Handels-H	$ \Delta $
$F \rightarrow E$	18,75	15,35	3,40
$F \rightarrow C$	11,84	11,16	<b>0,68</b>
$E \rightarrow F$	15,29	16,55	1,26
$E \rightarrow C$	<b>22,87</b>	<b>19,71</b>	3,16
$C \rightarrow F$	12,77	10,08	2,69
$C \rightarrow E$	14,89	21,03	<b>6,14</b>
$C \rightarrow C$	<b>3,59</b>	<b>6,12</b>	2,53

Tabelle 3: Identifizierte Subgraphen - Größe 2

Subgraph	Y-CIM	Handels-H	$ \Delta $
$E \rightarrow C \rightarrow F$	10,50	<b>13,75</b>	3,25
$F \rightarrow C \rightarrow E$	<b>13,95</b>	9,31	4,64
$F \rightarrow E \rightarrow C$	4,96	5,03	<b>0,07</b>
$(E, E) \rightarrow C$	12,94	8,56	4,38
$(F, F) \rightarrow C$	6,97	1,16	<b>5,81</b>
$C \rightarrow (F, C)$	0,92	<b>0,08</b>	0,84
$(F, C) \rightarrow C$	<b>0,08</b>	0,77	0,69

Tabelle 4: Ausgewählte Subgraphen - Größe 3

## 5 Diskussion

In der Literatur wurde angemerkt, dass eine Analyse von Analogien im Kontext des Geschäftsprozessmanagement für verschiedene Zwecke genutzt werden kann, zum Beispiel zur Konstruktion von Referenzmodellen. Allerdings wurde dieser Term nur intuitiv anhand von Beispielen eingeführt. In Anlehnung an die Methode der Analyse von Strukturanalogien in Datenmodellen [7], wurde im vorliegenden Beitrag eine formale Definition sowie eine Methode zur Berechnung von Strukturanalogien für EPK gegeben. Im nun nachfolgenden Abschnitt sollen deren Vor- und Nachteile diskutiert werden, auch in Bezug auf verschiedene Anwendungsszenarien.

Die Definitionen aus Kapitel 3 sind in Tabelle 5 noch einmal zusammengefasst. Sie beziehen sich auf die Analyse zweier Modelle, um daraus den Grad der Analogie abzuleiten. Die angegebenen Maße erlauben einen direkten Vergleich zweier EPK. Ebenso ermöglicht die gewählte Vorgehensweise die Analyse eines einzigen Modells, indem alle Subgraphen und deren Häufigkeiten identifiziert werden, was Auskunft über die dem Modelle inhärenten Strukturen gibt.

Analogietyp	Maß (Grad der Analogie zweier EPK A und B)
Ereignisanalogie	$d_E(A, B) =  E(A) \cap E(B)  /  E(A) \cup E(B) $
Funktionsanalogie	$d_F(A, B) =  F(A) \cap F(B)  /  F(A) \cup F(B) $
Konnektoranalogie	$d_C(A, B) =  C(A) \cap C(B)  /  C(A) \cup C(B) $
Kantenanalogie	$d_A(A, B) =  A(A) \cap A(B)  /  A(A) \cup A(B) $
Elementanalogie	$d(A, B) = (d_E(A, B) + d_F(A, B) + d_C(A, B) + d_A(A, B)) / 4$
Strukturanalogie	$d_S(A, B) =  S(A) \otimes S(B)  / ( S(A)  +  S(B)  -  S(A) \otimes S(B) )$

**Tabelle 5: Typen von Analogien von EPK**

**Berechnungskomplexität.** Die Berechnungskomplexität der vorgestellten Maße in Abschnitt 3 differiert stark. Die Berechnung der Elementanalogie ist trivial, geht man von dem reinen Vergleich auf Typen der Elemente und der bereits vorgenommenen Identifikation korrespondierender Elemente aus, da die zu Grunde liegenden Berechnungen auf einfachen Mengenoperationen beruhen. Um Elemente in Relation zu setzen, können auch linguistische Ansätze Verwendung finden, die im Literaturüberblick angesprochen wurden.

Die Berechnung der Strukturanalogie nach Definition 13 ist hingegen ein NP-vollständiges Problem, da alle möglichen Subgraphisomorphismen der Modelle berechnet werden müssen [10]. Die aktuellen Laufzeiten für die Berechnungen betragen für Subgraphen bis zur Größe 8 weniger als 4 Tage, bei der Verwendung einer Standardbibliothek für Graphanalysen. Da die Graphen sehr dünn besetzt und gerichtet sind und darüber hinaus verschiedene Knotentypen (Ereignisse, Funktionen und diverse Konnektortypen) existieren, ist hier ein Optimierungspotential zu sehen. Hier lassen sich *Pruning*-Verfahren [25] einsetzen, mit denen eine Vielzahl unnötiger Isomorphietests vermeidbar sind. Beispielsweise kann für jeden Subgraphen ein *Feature*-Vektor berechnet werden, der auf der Anzahl der jeweiligen Knoten- und Kantentypen basiert. Zwei Subgraphen können nur dann isomorph sein, wenn deren *Feature*-Vektoren identisch sind. Ebenfalls können sie auch nur dann isomorph zueinander sein, wenn mindestens eine Instanz in beiden Subgraphen vorkommt, was im Falle der Suche innerhalb eines Modells den Berechnungsaufwand erheblich reduziert. Wird diese Vorgehensweise auch für die zu vergleichenden Modelle herangezogen, muss letztendlich nur noch der Schnitt berechnet werden (siehe Definition 13). Auch eine inkrementelle Konstruktion eines Subgraphen-Graphen (DAG)

aus den zu untersuchenden EPK kann den Aufwand ebenfalls reduzieren (Konstruktion durch sukzessives Aufzählen der Erweiterungsmöglichkeiten eines Subgraphen um eine weitere Kante). Somit lässt sich der Berechnungsaufwand gegenüber einem naiven *Brute-Force*-Verfahren immens reduzieren. Für jedes *Pruning*-Verfahren muss gelten, dass der Gesamtberechnungsaufwand mit diesem Verfahren geringer sein muss als der des ursprünglichen Verfahrens. Für die Berechnung der Isomorphie können sowohl etablierte Verfahren [22] als auch Verfahren aus dem Bereich des *Graph-Mining* Anwendung finden. Ein guter Überblick hierzu ist in [25] gegeben.

**Inexakte Strukturanalogien.** Die im Abschnitt 3 vorgestellten Definitionen und Analogiemaße gehören zu den exakten *Matching*-Verfahren, welche ein Spezialfall der inexakten *Matching*-Verfahren darstellen, die im Bereich des *Data-Mining* hinlänglich bekannt sind. Wie in [17] gezeigt, können solche Verfahren auch auf Prozessmodelle angewendet werden. In dieser Arbeit wurde eine Abfragesprache für BPMN-Modelle geschaffen, die auf iexaktem *Matching* basiert, mit der ein konkretes BPMN-Fragment in einem *Repository* von Prozessmodellen gefunden werden kann. Solche auf *Graph-Edit*-Distanzen basierenden Verfahren können natürlich auch zur Definition von Strukturanalogien sowie den entsprechenden Maßen herangezogen werden. Ebenfalls ist es möglich, solche Verfahren zusätzlich zu dem in diesem Beitrag vorgestellten zu verwenden, um etwa die Frage zu beantworten, welche Subgraphen der Größe  $n$  mit Subgraphen der Größe  $m$  korrespondieren. Die Berechnungsergebnisse können in einem entsprechenden *Repository* hinterlegt und wiederverwendet werden, etwa zur weiteren semantischen Analyse korrespondierender Subgraphen bzw. Instanzen. Auch eine weiterführende Analyse von Single-Entry-Single-Exit-Blöcken ist möglich, worauf z. B. die Arbeit in [21] aufbaut. Allerdings ist bei inexakten Ansätzen schwierig, allgemeine Aussage zum Verwendungsgrad einer bestimmten Struktur abzuleiten.

**Semantische Analysen.** Die Analyse der Semantik von Elementen und deren Analogie ist im Allgemeinen sehr aufwendig, weil folgende Probleme auftreten können. Erstens können zwei identische Elemente mit Synonymen bezeichnet worden sein, oder zweitens, mit Homonymen, obwohl sie vollkommen verschieden sind. Diese Probleme resultieren z. B. aus, den bereits Eingangs erwähnten, mangelnden Modellierungskonventionen bzw. den unterschiedlichen Abstraktionsgraden etc. Synonyme Elementbezeichner können anhand ihrer Syntax oder Struktur identifiziert werden. Hierfür würden unterschiedliche Maße in der Literatur vorgeschlagen [6], die auf Datenbanken wie z. B. WordNet basieren, welche semantische und lexikalische Beziehungen zwischen Wörtern enthält. Im Gegensatz dazu ist die Identifikation von Homonymen viel schwieriger, weil der Unterschied der Bezeichner nicht offensichtlich ist. Durch die Analyse des Kontextes eines Elements, kann eine Identifikation von Homonymen vorgenommen werden. Hierfür kann beispielsweise die strukturelle Einbettung, also die Beziehung des Elements zu dessen umgebenden Elementen, herangezogen werden. Diese Elemente tragen Bezeichnungen, die zumindest in der Theorie, zu unterschiedlichen semantischen Kontexten gehören. Beispielsweise kann mit dem Wort „Bank“ zum einen ein Geldinstitut gemeint sein, zum anderen eine Sitzbank. Treten nun die Wörter „sitzen“ und „überweisen“ im jeweiligen Kontext der Elemente mit dem Wort „Bank“ auf, so kann davon ausgegangen werden, dass das Element zu zwei verschiedenen semantischen Kontexten gehört.

**Übertragung auf andere Modellierungssprachen.** Die in diesem Beitrag vorgestellten Definitionen und Methoden können verallgemeinert und auf andere Modellierungssprachen für die Geschäftsprozessmodellierung übertragen werden, sofern auf diese auch die Graphentheorie



anwendbar ist. Beispielsweise ist dies ohne größeren Aufwand für BPMN möglich. Die Definitionen müssen geringfügig angepasst werden, um die verschiedenen Knotentypen zu berücksichtigen. Je mehr verschiedene Knotentypen eine Modellierungssprache umfasst, desto besser lassen sich möglicherweise *Pruning*-Verfahren einsetzen. Auch die Transformation eines Modells in eine andere (abstrakte) Sprache ist möglich, sofern die Ausdruckskraft dadurch nicht beschränkt wird.

## 6 Resümee und Ausblick

In diesem Beitrag wurden verschiedene formale Definitionen und Maße für die Analogie von Prozessmodellen gegeben, da in der Literatur bisher nur intuitive Definitionen vorliegen. Um die Anwendbarkeit der präsentierten Konzepte zu belegen, wurden die Definitionen und Maße auf konkrete Beispiele sowie zwei Referenzmodelle angewendet. Als zu Grunde liegende Modellierungssprache wurden die Ereignisgesteuerten Prozessketten gewählt. Der strukturelle Teil dieser Modelle besteht aus einer Menge von Ereignissen, Funktionen, Konnektoren und Kanten. Das erste präsentierte Maß analysiert diese Mengen unabhängig voneinander, wobei die Anwendung vom Domänenwissen des Modellierers abhängig ist, da dieser Analogien von Elementen im Voraus definieren muss. Ist das Domänenwissen nicht verfügbar, können z. B. linguistische Verfahren eingesetzt werden. Ähnliche Schwierigkeiten treten auch bei verhaltensorientierten Ansätze zum Modellvergleich auf, wie z. B. Event-Log basierten Verfahren, die zwei unterschiedliche Prozessmodelle analysieren sollen. Weiterhin wurde ein graph-basiertes Verfahren zur Identifikation von Strukturanalogien vorgestellt, welches auf der Berechnung von (Subgraph-) Isomorphismen basiert, bei der keine Informationen über die Analogie von Elementen notwendig sind. Der größte Nachteil liegt jedoch in der relativ hohen Berechnungskomplexität, was aus dem Subgraphisomorphismus-Problem resultiert. Um dem entgegenzuwirken, können *Pruning*-Verfahren erfolgreich genutzt werden. Die aus der Anwendung beider Verfahren gewonnen Informationen können z. B. für eine induktive Definition von Referenzmodellen genutzt werden, indem die Gemeinsamkeiten der jeweiligen Modelle identifiziert und von diesen dann abstrahiert wird.

Wie bereits im Diskussionsteil erwähnt wurde, existieren viele verschiedene Forschungsfelder im Bereich der Strukturanalogien. Zum Beispiel können weitere Maße entwickelt werden, die die Bezeichner von Elementen berücksichtigen, da diese bisher keinerlei Berücksichtigung finden. In diesem Zusammenhang sollte ebenfalls geprüft werden, inwiefern eine strukturelle Analyse bei der Identifikation von Homonymen unterstützend wirken kann. Die Einbindung von inexakten Verfahren sowie von *Graph-Edit*-Distanzen sollte im Kontext des Prozessmodellsvergleichs evaluiert werden. Ebenso ist eine Verallgemeinerung der präsentierten Ansätze zielführend, insbesondere dann, wenn Modelle verschiedener Modellierungssprachen analysiert werden sollen.

## 7 Literatur

- [1] Becker, J; Bergner, P; Breuker, D; Räckers, M (2011): On Measures of Behavioural Distance between Business Processes. Zürich.
- [2] Becker, J; Schütte, R (2004): Handelsinformationssysteme. Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 2. Aufl. Redline Wirtschaft, Frankfurt am Main.
- [3] Dijkman, R; Dumas, M; García-Bañuelos, L (2009): Graph Matching Algorithms for Business Process Model Similarity Search. In: Dayal U; Eder J; Koehler J; Reijers H (Hrsg.), Business Process Management, Bd. 5701. Springer Berlin / Heidelberg, 48-63.
- [4] Dijkman, R; Dumas, M; van Dongen, B; Käärik, R; Mendling, J (2011): Similarity of business process models: Metrics and evaluation. Information Systems 36(2): 498-516.
- [5] Dumas, M; Garcia-Banuelos, L; Dijkman, R (2009): Similarity Search of Business Process Models. IEEE Data Engineering Bulletin 32(1).
- [6] Ehrig, M; Koschmider, A; Oberweis, A (2007): Measuring similarity between semantic business process models. Australian Computer Society, Inc. Ballarat, Australia.
- [7] Fettke, P; Loos, P (2005): Zur Identifikation von Strukturanalogien in Datenmodellen – Ein Verfahren und seine Anwendung am Beispiel des Y-CIM-Referenzmodells von Scheer. Wirtschaftsinformatik 47(2): 89-100.
- [8] Frank, U (2007): Evaluation of Reference Models. In: Fettke P; Loos P (Hrsg.), Reference Modeling for Business Systems Analysis. Idea Group Inc., Hershey, London, 118-140.
- [9] Friedrich, F (2009): Measuring Semantic Label Quality Using WordNet. Berlin.
- [10] Garey, MR; Johnson, DS (1979): Computer and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman and Co., San Francisco.
- [11] Houy, C; Fettke, P; Loos, P; van der Aalst, W; Krogstie, J (2010): BPM-in-the-Large – Towards a Higher Level of Abstraction in Business Process Management. In: Janssen M; Lamersdorf W; Pries-Heje J; Rosemann M (Hrsg.), E-Government, E-Services and Global Processes, Bd. 334. Springer, Boston, 233-244.
- [12] Hung, RY-Y (2006): Business process management as competitive advantage: a review and empirical study. Total Quality Management & Business Excellence 17(1): 21-40.
- [13] Koschmider, A; Oberweis, A (2007): How to detect semantic business process model variants? Proceedings of the 2007 ACM symposium on Applied computing. Seoul, Korea, 1263-1264.
- [14] Li, C; Reichert, M; Wombacher, A (2008): On Measuring Process Model Similarity Based on High-Level Change Operations. In: Li Q; Spaccapietra S; Yu E; Olivé A (Hrsg.), Conceptual Modeling - ER 2008, Bd. 5231. Springer Berlin / Heidelberg, 248-264.
- [15] Medeiros, AKAd; Aalst, WMPvd; Weijters, AJMM (2008): Quantifying process equivalence based on observed behavior. Data Knowl. Eng. 64(1): 55-74.
- [16] Moog, W (1985): Similarity and analogy theory. VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [17] Sakr, S; Awad, A (2010): A framework for querying graph-based business process models. ACM. Raleigh, NC, USA.

- [18] Scheer, A-W (1998): Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 2. Aufl. Springer, Berlin et al.
- [19] Schütte, R (1998): Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung – Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Gabler, Wiesbaden.
- [20] Thomas, O; Fellmann, M (2009): Semantische Prozessmodellierung - Konzeption und informationstechnische Unterstützung einer ontologie-basierten Repräsentation von Geschäftsprozessen. Wirtschaftsinformatik (WI) 51(6): 1-13.
- [21] Uba, R; Dumas, M; Garcia-Banuelos, L; Rosa, ML (2011): Clone detection in repositories of business process models. Springer-Verlag. Clermont-Ferrand, France.
- [22] Ullmann, JR (1976): Algorithm for Subgraph Isomorphism. J Assoc Comput Mach 23(1): 31-42.
- [23] van der Aalst, WMP (1999): Formalization and verification of event-driven process chains. Information and Software Technology 41: 639-650.
- [24] van der Aalst, WMP; de Medeiros, A; Weijters, AJMM (2006): Process Equivalence: Comparing Two Process Models Based on Observed Behavior. In: Dustdar S; Fiadeiro J; Sheth A (Hrsg.), 4th International Conference on Business Process Management (BPM 2006). Bd. 4102, 129-144.
- [25] Washio, T; Motoda, H (2003): State of the Art of Graph-based Data Mining. SIGKDD Explor. Newsl. 5(1): 59-68.



**Teilkonferenz**

# **Kommunikations- und Kooperationssysteme**



## **Vorwort zur Teilkonferenz**

# **Kommunikations- und Kooperationssysteme**

**Michael Koch**

Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Informatik, 85577 Neubiberg,  
E-Mail: michael.koch@unibw.de

Unternehmen müssen sich in einer immer anspruchsvolleren Umwelt behaupten. Um im intensiven Wettbewerb und bei den sich immer schneller verändernden Rahmenbedingungen und Märkten bestehen zu können ist vor allem Agilität gefragt. Agilität beinhaltet Transparenz und die Fähigkeit zu schnellem, effizientem und wirksamem Handeln. Das erfordert eine ebenso agile Informationsinfrastruktur.

Durch die Globalisierung und das Aufbrechen der Wertschöpfungsketten gewinnt dabei insbesondere die Fähigkeit zur effektiven und effizienten verteilten Zusammenarbeit immer mehr an Bedeutung. Eine solche Zusammenarbeit ist nur mit Hilfe elektronischer Medien zu bewältigen.

Die Unterstützung der (verteilten) Zusammenarbeit über elektronische Medien ist deshalb inzwischen eine zentrale Funktion der Unternehmens-IT geworden. Mit dieser Funktion wird die oben angesprochene Agilität erreicht und so ein wichtiger Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit geleistet.

Typischerweise werden bei der Unterstützung der Zusammenarbeit aber zwei Klassen von Systemen unterschieden:

1. Prozessorientierte Systeme: Software zur Unterstützung der Prozesse in Unternehmen und zwischen Unternehmen – z.B. ERP- und CRM-Software sowie E-Business-Lösungen zur Koppelung verschiedener ERP-Systeme
2. Offene Kommunikations- und Kooperationssysteme: Software zur Unterstützung des unstrukturierten Dokumenten- und Wissensmanagements und der unstrukturierten direkten Kooperation in Unternehmen und in Unternehmensnetzwerken – z.B. Online Communities oder Videokonferenzsysteme

Die Unterscheidung geht häufig so weit, dass die Betrachtung der beiden Systemklassen in der Praxis völlig getrennt voneinander erfolgt. Auch die Aufhängung und Bedeutung im Unternehmen war bisher sehr unterschiedlich. Während die Prozessunterstützung weit oben im Management aufgehängt war, fristete die Wissensmanagement-Unterstützung ein Schattendasein in den IT-Fachabteilungen.

Inzwischen ist die Wissensmanagements im Unternehmen bzw. die Unterstützung von Kommunikation und Kooperation allerdings trotz schwer messbaren Nutzens als zentrale Aufgabe

anerkannt. Prozessunterstützung wird immer häufiger zusammen mit der Kooperationsunterstützung betrachtet.

Die Teilkonferenz „Kommunikations- und Kooperationssysteme“ widmet sich diesem Themenspektrum in einer integrierten Weise. Die Tracks der Teilkonferenz legen nur den Startfokus der Betrachtung fest, die Entwicklung der Themen erfolgt dann häufig in dem angesprochenen Mix aus prozessorientierter Betrachtung und unstrukturierter Kommunikations- und Kooperationssysteme.

Konkret umfasst die Teilkonferenz folgende vier Tracks:

- E-Commerce und E-Business
- IKT-gestützte Unternehmenskommunikation
- Kooperationssysteme
- Digitale Netzwerke in unsicheren Umwelten

Der Track „E-Commerce und E-Business“ beschäftigt sich mit der Unterstützung des elektronischen Geschäftsverkehrs und der Durchführung von Transaktionen über globale Netze über unterschiedliche Endgeräte in einem weltweit wachsenden Markt – also hauptsächlich mit den prozessorientierten Systemen.

Unternehmenskommunikation bildet den Kitt, der die Organisation zusammen hält, sie aber auch zugleich vom Umfeld abgrenzt und zum Bild einer eigenständigen Einheit beiträgt. Das Ziel des Tracks „Unternehmenskommunikation“ ist es, innovative Ansätze hierzu sowie Erfolg versprechende Vorgehensweisen und Best Practice vorzustellen und zu diskutieren.

Im Track „Kooperationssysteme“ geht es hauptsächlich um das unstrukturierte Dokumenten- und Wissensmanagement im Unternehmen. Ziel des Tracks ist es, die verschiedenen Facetten der Veränderung des traditionellen Arbeitens in Organisationen und der technologischen Unterstützung dieser Veränderung zu thematisieren. Es sollen dabei sowohl Formen neuer Arbeit als auch neue Technologien und deren Unterstützungspotentiale thematisiert werden.

Der Track „Digitale Netzwerke in unsicheren Umwelten“ thematisiert schließlich die neuen Unsicherheiten, die durch stärkere und anonymere Vernetzung in Digitalen Netzwerken (im Unternehmensumfeld) aufkommen.

Für die vier Tracks der Teilkonferenz haben wir insgesamt 49 Einreichungen erhalten, von denen nach einem doppelt-blinden Begutachtungsverfahren mit zwei bis drei Gutachtern pro Beitrag insgesamt 28 Beiträge für die Präsentation auf der Tagung ausgewählt wurden.



# **Kooperationssysteme**



# **Der Weg zur Social Software Lösung für Unternehmen: Bedürfnisanalyse für kollaborative Technologien**

**Roland Diehl**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
56070 Koblenz, E-Mail: [rdiehl@uni-koblenz.de](mailto:rdiehl@uni-koblenz.de)

**Petra Schubert**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik,  
56070 Koblenz, E-Mail: [schubert@uni-koblenz.de](mailto:schubert@uni-koblenz.de)

## **Abstract**

Nachdem Enterprise 2.0 Projekte aus der Experimentierphase entwichen sind und mehrere erfolgreiche Implementierungen vorgewiesen werden können, ist es interessant, die Faktoren zu untersuchen, die eine Einführung erfolgreich oder weniger erfolgreich verlaufen lässt. Diese Arbeit präsentiert die Ergebnisse einer Untersuchung des Unternehmenskontexts, in dem Enterprise 2.0 Initiativen eingebettet sind. Die Analyse von 16 Praxisprojekten zeigt, dass es eine Vielzahl an Faktoren gibt, denen Unternehmen ihre Aufmerksamkeit bei der Einführung kollaborativer Technologien widmen (müssen). Exemplarische Ergebnisse aus dem Bereich Change Management zeigen eine hohe Abhängigkeit von der im Unternehmen angetroffenen Ausgangssituation und dem Bedarf einer entsprechenden Strategie für die Unterstützung solcher Einführungsprojekte.

## **1 Einleitung und Motivation**

Kollaborative Technologien und Web 2.0 Anwendungen finden zunehmend Anwendung in Unternehmen und auch Anbieter bewerben vermehrt ihre Enterprise 2.0 Plattformen ([10], [12]). Anwenderunternehmen stehen vor der Wahl aus einer Vielzahl von Tools und Technologien. Abgesehen von umfangreichen Produktkatalogen existiert bislang allerdings keine ausreichende Unterstützung für den Abgleich von Anforderungen des jeweiligen Unternehmenskontexts und den angebotenen Anwendungssystemen [4].

In bisherigen Arbeiten im noch jungen Feld des Enterprise 2.0 lag der Fokus vor allem auf den sich ergebenden Möglichkeiten und der funktionalen Unterstützung für Unternehmen. Auch in einer früheren Studie von Williams und Schubert (vgl. [19]) wurden funktionale Anforderungen an Social Software Tools evaluiert.

In diesem Beitrag wurde vorrangig der Unternehmenskontext analysiert, in dem entsprechende Tools eingeführt und angewandt wurden. Der fortschreitende Reifegrad von bisherigen Enterprise 2.0 Initiativen verlangt nach einem tieferen Verständnis von unterliegenden Organisationsstrukturen, deren Prozesse und dem Einsatz entsprechender Informationssysteme, um ein ganzheitliches Management für das Enterprise 2.0 zu ermöglichen. Die vorliegende Arbeit dokumentiert die bisherigen Ergebnisse aus einer qualitativen Analyse des beobachteten Unternehmenskontexts bei der Einführung von kollaborativen Technologien.

## 2 Forschungsmethode und Vorgehen

Die folgenden Abschnitte beschreiben die gewählte Forschungsmethode und das Vorgehen bei der Analyse der Fallstudien.

### 2.1 Zielsetzung und Forschungsfragen

Das Paper präsentiert die Ergebnisse einer Analyse von Einführungsprojekten für kollaborative Technologien in Unternehmen (Enterprise 2.0). Bei der Untersuchung wurden nicht die Funktionalitäten der Tools betrachtet, sondern der Unternehmenskontext, in dem das Einführungsprojekt eingebettet war. Als analytische Linse wurde ein etabliertes Klassifikationsmodell für Enterprise 2.0 Technologien eingesetzt, das 8C-Modell für Enterprise Information Management [18]. Aus dem Modell wurden die folgenden Forschungsfragen abgeleitet:

- (1) Übergeordnete Forschungsfrage: Welche kontextuellen Faktoren beeinflussen die Einführung kollaborativer Technologien (Enterprise 2.0 Initiativen)?

Abgeleitet aus dem äußeren Ring des 8C-Modells wurden die folgenden Unterfragen untersucht:

- (1.1) *Content Management*: Welche speziellen Aspekte des Informationsmanagements finden im Rahmen von E2.0-Projekten Aufmerksamkeit?
- (1.2) *Compliance*: Welche regulatorischen Rahmenbedingungen stehen bei E2.0-Initiativen im Vordergrund?
- (1.3) *Change Management*: Wie werden Änderungsprozesse gemanagt und welche Auswirkungen haben E2.0-Einführungsprojekte auf die Organisationsstruktur beziehungsweise die Unternehmenskultur?
- (1.4) *Contribution*: Welche Erwartungen haben Unternehmen an E2.0-Projekte und welche Erfolge können in den Projekten tatsächlich erzielt werden?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden im Zuge dieser Untersuchung Tiefenfallstudien unter Anwendung des 8C-Frameworks analysiert. Das 8C-Framework für Enterprise Information Management (EIM) dient dabei als theoretische und analytische Linse. Im folgenden Kapitel werden die Forschungsmethodik und die einzelnen Phasen des Forschungsvorgehens vorgestellt. Anschließend wird das 8C-Modell eingeführt, das der Untersuchung zugrunde liegt.

## 2.2 Forschungsvorgehen

Das gewählte Forschungsvorgehen zur Analyse von Enterprise 2.0 Initiativen gliedert sich in drei Phasen (vgl. Bild 1). In der Initialisierungsphase wurden, ausgehend von einer Literaturanalyse, eine passende theoretische und analytische Linse gewählt und darauf aufbauend die Forschungsfragen formuliert. Die zweite Phase bestand aus zwei parallelen Aktivitäten, der Auswahl und Analyse von Tiefenfallstudien und einem sich wiederholenden Kodierungsprozess zur Identifikation von Aspekten in der Form von Codes und der daraus hervorgehenden Generierung eines Kodierungsschemas. In der dritten Phase wurden das Kodierungsschema abgeschlossen und die qualitativen Ergebnisse aus der Fallstudienanalyse zusammenfassend dargestellt und erläutert.

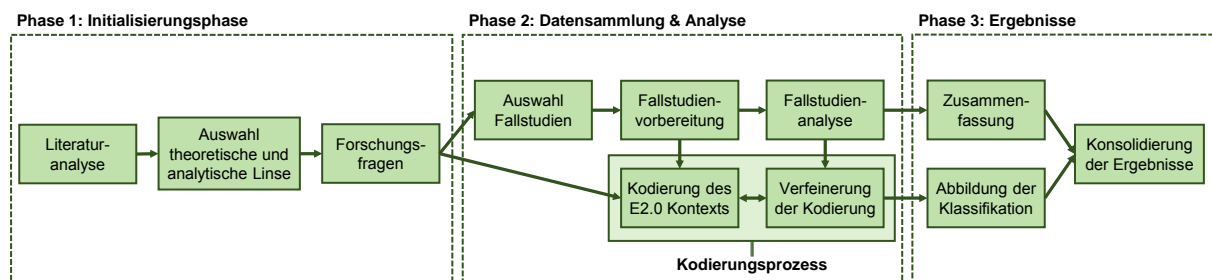


Bild 1: Phasen des Forschungsvorgehens

## 2.3 8C-Framework

Das 8C-Modell für Enterprise Information Management (EIM) stellt die Ziele der Einführung von kollaborativen Technologien im Kontext der Informationsinfrastruktur des jeweiligen Unternehmens dar. Auf Grund seiner Ausrichtung zur Analyse solcher Systeme wurde es als theoretische und analytische Linse ausgewählt. Diese Form der Betrachtung ermöglicht es, eine Enterprise 2.0 Initiative im Rahmen der gesamten Geschäftstätigkeit der Organisation zu sehen.

Bild 2 zeigt das 8C-Modell mit seinen zwei Bereichen: Den inneren Kern, welcher die funktionalen Ziele von Enterprise 2.0 Initiativen abbildet und den äußeren Ring, welcher den Unternehmenskontext beschreibt.

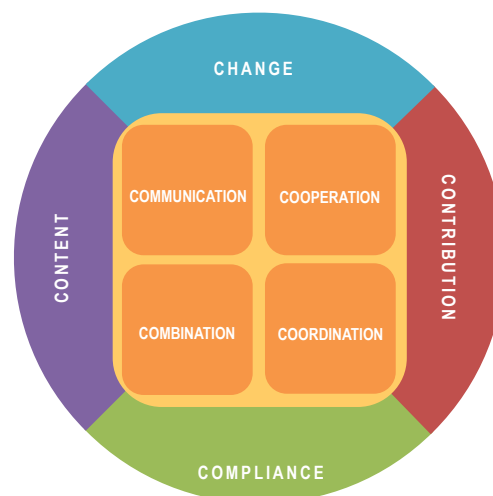


Bild 2: Das 8C-Modell für Enterprise Information Management (nach [18])

Das 8C-Modell wurde bereits in einer früheren Studie von Williams und Schubert erfolgreich für die Analyse von funktionalen Anforderungen an Social Software Tools eingesetzt (vgl. [19]). Dabei fokussierten die Autorinnen vor allem auf die Modellelemente des *inneren Rings*. Im vorliegenden Beitrag liegt der Fokus auf dem *äußeren Ring*, aus dem die Forschungsfragen zur Analyse der Tiefenfallstudien abgeleitet wurden. Entlang dieser Forschungsfragen wurde eine detaillierte Textanalyse (Kodierung) vorgenommen. Die in den Daten gefundenen Codes wurden mit Hilfe der vier Unternehmensbereiche gruppiert und in einem Kodierungsschema zusammengefasst. Mit Hilfe dieses Kodierungsschemas kann eine Klassifikation des Unternehmenskontexts in Enterprise 2.0 Projekten vorgenommen werden. Der Prozess der Kodierung und das sich ergebende Schema werden in Kapitel 2.5 näher beschrieben. Im Folgenden werden die Elemente des 8C-Modells vorgestellt [17], [18].

Der Bereich *Content Management* umfasst das Management von digitalen Inhalten über ihren gesamten Lebenszyklus. In diesen Bereich fallen Aktivitäten rund um die Erfassung, Speicherung, Klassifizierung und den Zugriff von Informationen. Hinzu kommen die Gestaltung des Rechtemanagements (authentifizierter Zugriff auf Informationen) und die Sicherstellung von Speicher- und Archivierungssystemen. Spezielle Beachtung findet hier auch die Integration von verschiedenen Informationsquellen und die unternehmensweite Suche nach Informationen.

Der Bereich *Compliance* umfasst das Management von Informationsrisiken und das Einhalten rechtlicher Anforderungen. Dazu gehören auch das Risikomanagement und das Implementieren von Kontrollen für die Durchsetzung von Regelungen und Anforderungen. Unternehmen müssen sich dabei auch mit Themen wie Privatsphäre und Anforderungen von Seiten des Datenschutzes auseinandersetzen. Darüber hinaus stellen sich Fragen nach Verantwortung für bestimmte Informationen, Nutzungsrichtlinien, langfristige Speicherung und Dokumentation für Rechtsstreitigkeiten.

Der Bereich *Change* fokussiert auf das Management von Unternehmenstransformation und Geschäftsprozessänderungen. Hierunter fallen vor allem Veränderungen in der Unternehmenskultur und die aktive Antizipation und Auseinandersetzungen mit Einstellungen und Werthaltungen seitens der Mitarbeiter. Der sich vollziehende Wandel bei der Einführung einer kollaborativen Technologie muss aktiv begleitet werden und Einführungsprojekte können von einer Vielzahl verschiedener Maßnahmen erleichtert werden.

Der Bereich *Contribution* umfasst die notwendige Betrachtung von Kosten und Nutzen, die eine Technologieeinführung mit sich bringt. Der Nutzenbeitrag beschreibt die (im Erfolgsfall positive) Veränderung, die durch die Einführung bewirkt wird. Der entstehende Nutzen kann sowohl auf der Ebene des einzelnen Mitarbeiters als auch auf der Ebene der gesamten Organisation anfallen.

## 2.4 Auswahl der Fallstudien

Als Datenbasis für die Bedürfnisanalyse wurden 16 Fallstudien ausgewählt, welche die Einführung einer oder mehrerer kollaborativer Produkte im spezifischen Kontext eines Unternehmens beschreiben. Bei der Auswahl der Fallstudien wurde ein *qualitatives Sampling* durchgeführt (wie z.B. empfohlen durch [7]). Das Hauptauswahlkriterium war dabei, dass die eingeführte Software über kollaborative Eigenschaften verfügt. Die Fallstudien wurden alle nach einer einheitlichen Methodik (der eXperience Methodik, vgl. [14]),

basierend auf einem Fallstudienraster, erstellt. Die eXperience Methodik setzt grundlegende Prinzipien der Fallstudienforschung um (wie z.B. beschrieben in [3], [7], [20]). Neun Fallstudien stammen aus der öffentlich zugänglichen eXperience Datenbank ([www.experience-online.ch](http://www.experience-online.ch), vgl. [5]) und sieben weitere Fallstudien aus der spezialisierten Enterprise 2.0 Datenbank ([www.e20cases.org](http://www.e20cases.org), vgl. [1]). Eine Übersicht der Fallstudien, der eingesetzten Software und den Anwenderunternehmen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Unternehmen	Anz. MA	Fallstudientitel	Quelle	Branche	Produkt
<b>ABB AG</b>	120.000	Blog und Wiki in der Unternehmenskommunikation	e20cases	Energie- und Automatisierungstechnik	Windows SharePoint Services 3.0
<b>ADTELLIGENCE</b>	10	Ganzheitlicher Einsatz von Social Software bei einem Startup	e20cases	Werbung	Diverse Web 2.0 Tools
<b>Börse Berlin</b>	26	Web 2.0-Plattform zur Kundenkommunikation	eXperience	Dienstleistungen zu Wertpapierhandel	IP.Board
<b>BSCC</b>	700	Kommunikationsdrehscheibe Internet	eXperience	Handelskammer	salesforce.com
<b>Capgemini</b>	100.000	Microblogging als Konversationsmedium	eXperience	Technologie und Outsourcing	Yammer
<b>Communardo Software GmbH</b>	180+	Enterprise Microblogging	e20cases	IT, Software	Microblogging Eigenentwicklung
<b>ESG</b>	1.500	Unterstützung von Wissensmanagement durch Social Software	eXperience	Komplexe Elektronik- und IT-Systeme	Atlassian Confluence Enterprise Wiki
<b>FRITZ &amp; MACZIOL</b>	700	Vertriebsunterstützung durch Social Software	eXperience	Hardware, Software, Consulting	IBM Lotus Connections
<b>Lecos GmbH</b>	157	Kommunikationsplattform für externe Partner	eXperience	IT- und Telekommunikationslösungen	IBM Lotus Quickr
<b>Namics AG</b>	280	Unternehmensinternes Multiblog	e20cases	E-Business-Dienstleistungen	Wordpress Blog
<b>Obermeyer Planen + Beraten</b>	700	Einsatz von internetbasiertem Projektmanagement	eXperience	Baugewerbe und Innenausbau	conject Projektmanagementsoftware
<b>Pentos AG</b>	35	Nachhaltiges Mitarbeiter-Blogging	e20cases	IT, Software, Consulting	IBM Lotus Notes
<b>Rheinmetall</b>	20.000	Unified Communication and Collaboration (UC <sup>2</sup> )	eXperience	Automobilzulieferung, Wehrtechnik	IBM Collaboration Technology
<b>SFS Services AG</b>	4.246	Einsatz eines Wikis zur Wissenskollaboration	e20cases	IT-Services	MediaWiki
<b>Siemens</b>	405.000	Wissensvernetzung mit TechnoWeb 2.0	eXperience	Integrierte Technologieprodukte	Liferay Portal
<b>T-Systems Multimedia Solutions</b>	1.000	Vernetztes Arbeiten im Team Web	e20cases	Software, Consulting	Atlassian Confluence Enterprise Wiki

**Tabelle 1: Übersicht der analysierten Fallstudien**

Zur Identifikation geeigneter Studien in den jeweiligen Datenbanken ([2], [5]) wurden diese sequentiell durchlaufen und an Hand des Titels, der Kurzbeschreibung und gegebenenfalls anhand einer Sichtung der eigentlichen Studie ausgewählt. Es wurden insgesamt 170 deutschsprachige Fallstudien gesichtet.

## 2.5 Analyse der Fallstudien

Die ausgewählten Fallstudien wurden unter Verwendung von anerkannten und erprobten Kodierungstechniken und Werkzeugen analysiert. Die Kodierung wurde, wie unter anderem von [8], [9] und [11] empfohlen, Software-gestützt vorgenommen. Es wurde die Software ATLAS.ti für die qualitative Analyse der Daten ausgewählt. Geleitet durch die Forschungsfragen je Kontextbereich des 8C-Modells, ergab sich ein Schema zur Strukturierung der Codes, bestehend aus den vier Kontextbereichen des äußeren Rings: Change, Compliance, Content Management und Contribution. Miles und Huberman [11] sprechen von einem „accounting scheme“, in welches die aus den Daten emergent entwickelten Codes einsortiert werden können. Fereday und Muir-Cochrane [6] bezeichnen dieses aus den Forschungsfragen und dem theoretischen Framework abgeleitete Schema als Code-Template, welches eine weitere Detailanalyse vorstrukturiert. Dieses Code-Template wurde in ATLAS.ti über Codeattribute („Code-Families“) abgebildet.

Die Entwicklung der eigentlichen Codes wurde mit dem von Miles und Huberman [11] und Strauss und Corbin [15] beschriebenen „Grounded“- beziehungsweise „Open Coding“-Ansatz vorgenommen. Bei diesem Vorgehen existieren im Vorhinein keine a-priori definierten Codes [15]. Zwei erfahrene Forscher arbeiteten jeweils drei vorab bestimmte Fallstudien durch und notierten die wahrgenommenen Codes. Den entwickelten Codes wurden die Attribute („Code-Families“) des Code-Templates zugeordnet. Nach der Kodierung der ersten drei Fallstudien fand ein Abgleich der entstandenen Codes statt (Check-Coding). Dabei ergab sich eine initiale Übereinstimmung zwischen den so entwickelten Codes (Intercoder Reliability) von ca. 60 Prozent. Durch einen Abgleich der Codes am runden Tisch konnte letztlich durch Einigung eine Übereinstimmung von 100 Prozent erzielt werden. Mit dem so erstellten Kodierungsschema erfolgte eine erneute Kodierung der ersten drei Fallstudien (Re-Coding) und der verbleibenden 13 Fallstudien. Da während der parallelen Kodierung weitere Codes in den Fallstudien erkannt und notiert wurden, fand final erneut der beschriebene Abgleich statt. Durch die Kodierung der Fallstudien von zwei Forschern mit unterschiedlichen Perspektiven auf die Daten, dem zyklischen Abgleich der Codes sowie der Zuordnung zum Code-Template konnten subjektive Beurteilungen der Inhalte deutlich reduziert werden. Eine weitere Stärke des hier gewählten Vorgehens ist die Analyse von Fallstudien, welche von untereinander unabhängigen Autoren erstellt wurden. Auf diese Weise wurde die Einschätzung von verantwortlichen Akteuren in Enterprise 2.0 Initiativen möglichst objektiv wiedergegeben.

## 3 Forschungsergebnisse

Während der Kodierung der 16 Fallstudien nach dem in Kapitel 2.5 beschriebenen Vorgehen konnten 170 Codes im Text identifiziert werden. Diese wurden den vier Kontextbereichen des Code-Templates zugeordnet.



### 3.1 Statistische Verteilung der Codes

In Tabelle 2 ist die Anzahl der Codes und die zugehörige Anzahl an Nennungen in den Fallstudien je Kontextbereich dargestellt.

	Change	Compliance	Content Management	Contribution
<b>Anzahl Codes</b>	54	22	26	68
<b>Anzahl Nennungen</b>	267	127	223	379
<b>Relative Anzahl Nennungen je Code</b>	4,94	5,77	8,58	5,57

**Tabelle 2: Aufkommen von Codes und Nennungen je Kontextbereich**

Die relative Häufigkeit von Nennungen je Code (Groundedness) ist annähernd gleich, mit der Ausnahme des Bereichs Content Management (8,58). Dies ist auf die häufig funktionsorientierte Diskussion im Umgang mit Content zurückzuführen. Entsprechende Funktionsanforderungen wie Tagging, Microblogging, Newsfeeds und weitere sind in den betrachteten Einführungsprojekten wiederkehrend.

### 3.2 Kodierungsschema und Clusterung des Enterprise 2.0 Kontexts

Die semantische Analyse der Codes ergab die Möglichkeit der Gruppierung. Die beiden Coder nahmen die Bildung der Gruppierung wiederum unabhängig voneinander vor und stimmten die Ergebnisse anschließend miteinander ab. Tabelle 3 enthält einen Auszug der konsolidierten Ergebnisse der Analyse, für den Bereich Change. Die Codes sind entsprechend geclustert und konnten zusätzlich den Handlungsfeldern der Mensch-Technik-Organisations-Analyse (MTO) zugeordnet werden [16]. Änderungen in den Prozessen der Unternehmungen können als signifikante Konsequenzen identifiziert werden. Nach MTO bilden diese nur einen Aspekt der Organisation ab. Im Folgenden werden Prozesse jedoch als eigenes Handlungsfeld verstanden.

Gruppierung	Codes	Handlungsfeld
Voraussetzung (Kultur)	Agiles Vorgehen	Prozesse
	Kulturwandel noch nicht vollzogen	Organisation
	Mitarbeiter handeln anders im Sozialen Netzwerk als in Meetings	Mensch
	Mitarbeiter handeln gleich beim Bloggen, wie in Meetings	Mensch
	Unternehmenskultur (offener gestaltet) verbessert	Organisation
	Unternehmenskultur nicht offen gestaltet	Organisation
Voraussetzung (Einstellung/Akzeptanz)	Barrieren & Hemmnisse reduziert	Mensch
	Mitarbeiterängste aktiv adressiert	Mensch
Voraussetzung (Involvement Personen)	Management Aufmerksamkeit realisiert	Mensch
	Management in Vorbildfunktion	Mensch
	Management Interaktion mit MA erhöht	Mensch
	Management Support realisiert	Organisation

Gruppierung	Codes	Handlungsfeld
Maßnahmen (Verhalten/Einstellung)	Änderung Regelwerk realisiert	Organisation
	Prozesse wurden mit Produkteinführung redesignt	Prozesse
	Regelung implizit realisiert	Organisation
	Regelung offiziell zur Nutzung realisiert	Organisation
	Regelungen minimal realisiert	Organisation
	Social Media Guidelines realisiert	Organisation
Maßnahmen (Konzeption und Einführung, involvierende Maßnahmen)	Ad-Hoc-Team Social Software realisiert	Organisation
	Bottom-Up Ansatz realisiert	Mensch
	Experimentieren mit dem Produkt ermöglicht	Mensch
	Exploratives Vorgehen realisiert	Organisation
	Migrationsunterstützung für Daten aus Altsystemen realisiert	Technik
	Pilotphase zur Evaluation	Organisation
	Projektmanagement realisiert	Organisation
	Projektorganisation schlank gehalten	Organisation
	Projektunterstützung realisiert	Organisation
	Proof-of-Concept	Technik
	Step-by-step Einführung realisiert	Organisation
	Top-Down Ansatz realisiert	Organisation
Maßnahmen (Ankündigung/ Bekanntmachung)	Marketing wurde intern durch Empfehlungen ausreichend realisiert	Organisation
	Marketing wurde intern für das neue System realisiert	Organisation
Maßnahmen (Verbreitung)	Key-User eingesetzt	Organisation
	Schulung nicht notwendig	Organisation
	Schulung realisiert	Organisation
	Schulungsaufwand - Erhöhung erkannt	Organisation
	Starke Cases als Nutzenargument realisiert	Organisation
	Support für Produkt realisiert	Organisation
	Use-Case-Workshops realisiert	Organisation
Konsequenzen (Ergebnis/Folge)	Adaption in der Unternehmung verbessert	Organisation
	Akzeptanz der Nutzer verbessert	Mensch
	Awareness verbessert	Organisation
	Befähigung zu kollaborativer Performanz realisiert	Prozesse
	Change-Request-Process realisiert	Prozesse
	Definierter Prozess zur Nutzung von Social Software realisiert	Prozesse
	Dokumentaustausch über Plattform realisiert	Technik
	Einarbeitung neuer Mitarbeiter verbessert	Mensch
	Email Verkehr reduziert	Technik
	Innovationsfähigkeit verbessert	Organisation
	Interorganisationale Zusammenarbeit erhöht	Organisation
	Mitarbeiterbeteiligung am Wissensaustausch erhöht	Mensch
	Nutzungsänderung mit neuem System realisiert	Mensch
	Rollen & Rechte Modell realisiert	Technik
	Support Bereitstellung verbessert	Organisation

Tabelle 3: Gruppierte Codes im Kontextbereich Change Management

In dem Auszug des Kodierungsschemas können für den Kontextbereich Change Management drei aufeinander folgende Phasen identifiziert werden: Die vorherrschenden Voraussetzungen, die ergriffenen Maßnahmen und die eingetroffenen Konsequenzen.

Diese Phasen beinhalten weitere sich gegenseitig bedingende Untergruppen. Am Beispiel der Gruppe Voraussetzungen wird dies deutlich. Die Kultur stellt den Kontext eines Unternehmens für die Einstellung der Mitarbeiter und deren Akzeptanz und somit deren Beteiligung an einer Enterprise 2.0 Initiative. Hiermit verbundene Handlungen der Mitarbeiter prägen ihrerseits die Unternehmenskultur. Als Beispiel für die Relevanz der Mitarbeitermotivation, insbesondere im Kontext von E2.0 Initiativen, ist hier die Fallstudie der ABB AG zu nennen. Als Erfolgsfaktoren wurden unter anderen eine „offene Unternehmenskultur“, die „Vorbildfunktion des Management“ und die „individuelle Motivation und Beratung“ der Mitarbeiter identifiziert.

Weitere Erkenntnisse liefert die Auswertung der Handlungsfelder des Change Managements auf Basis der Codehäufigkeit:

- Voraussetzungen (12 Codes): Beschriebene Voraussetzungen werden besonders im Bereich Mensch mit sieben Codes festgestellt, auf den Bereich Organisation entfallen lediglich vier Codes.
- Maßnahmen (27 Codes): Der mit Abstand höchste Anteil der ergriffenen Maßnahmen liegt mit 22 Codes im Handlungsfeld Organisation.
- Konsequenzen (15 Codes): Die Auswirkungen durch die herbeigeführten Änderungen verteilen sich gleichmäßig auf die vier Handlungsfelder (Organisation fünf Codes, Mensch vier Codes, Prozesse drei Codes, Technologie drei Codes).

Trotz der hohen Bedeutung des Handlungsfelds Mensch bei den Voraussetzungen werden Maßnahmen hauptsächlich im organisatorischen Bereich getroffen. Konsequenzen ergeben sich dennoch in allen Handlungsfeldern.

Betrachtet man einzelne Codes innerhalb der Phasen, so sind hier auf Basis der Nennungshäufigkeit folgende Ergebnisse besonders auffällig:

- Voraussetzungen: Die Unterstützung durch und der Einbezug des Managements (54 %) sowie die vorherrschende Unternehmenskultur (36 %) wurden vorrangig von den jeweiligen Akteuren benannt.
- Maßnahmen: Die Steuerung innerhalb der Enterprise 2.0 Initiativen wurde vorrangig in den Bereichen Einführungsstrategien (41%), Schulung (23%), Regelungen (17 %) und internes Marketing für die Initiative selbst (16 %) gesehen.
- Konsequenzen: Als relevante Konsequenzen wurden vorrangig die Nutzerakzeptanz (48 %), die Strukturierung von Prozessen und Berechtigungen (21 %) und die Innovationsfähigkeit (7 %) hervorgehoben.

### **3.3 Drill-Down durch die identifizierten Phasen des Change Managements**

Am Fall der Einführung von IBM Lotus Connections bei der FRITZ & MACZIOL GmbH soll exemplarisch die Abhängigkeit von Voraussetzungen, Maßnahmen und Konsequenzen aufgezeigt werden. Auch bei diesem Fallbeispiel sind die Ausrichtung und die Organisation

von Maßnahmen zur Stützung der Einführungsstrategie auffällig. Die Fallbetrachtung ermöglicht dabei keine eindeutige Zuordnung zu klassischen Top-Down- oder Bottom-Up-Ansätzen.

**Code:** „Exploratives Vorgehen realisiert“ – **Nennung:** „Ein strukturiertes Projektmanagement zur Einführung [...] gab es nicht. Vielmehr setzte man von Anfang an darauf, dass die Plattform sich von alleine durchsetzt. Umfang und Art der Nutzung wurden nicht Top down vorgetrieben – stattdessen gingen die Geschäftsführer mit gutem Beispiel voran.“

Nach [13] lässt sich das hier beschriebene Vorgehen als explorativ beschreiben, da ein klarer Business Case vorab nicht benannt werden konnte, eine Nutzungsoffenheit bestand und der Geschäftsnutzen erst im Zuge der Nutzung herausgestellt wurde. Es wurde weiterhin ein Step-by-Step-Vorgehen und eine ausgeprägte Unterstützung für die Nutzer bei Migration identifiziert. Der dennoch erfolgreiche Abschluss des Projekts konnte erzielt werden, da in der Ausgangssituation eine offene Unternehmenskultur, die Aufmerksamkeit des Managements für das Projekt und eine hohe Interaktion des Managements mit seinen Mitarbeitern festzustellen war. Von Nutzenvorteilen durch die neu eingeführte Software abgesehen, resultierte das gewählte Vorgehen in einer verbesserten Nutzerakzeptanz, bei gleichzeitiger Änderung der interorganisationalen Zusammenarbeit.

### 3.4 Zusammenfassung der Analyseergebnisse

Die am Kontextbereich Change Management exemplarisch geführte Diskussion der Analyseergebnisse zeigt auf, welche Vielzahl an Aktivitäten innerhalb einer Enterprise 2.0 Initiative beobachtet werden kann. Die Anzahl und die hohen Abhängigkeitsgrade der Aktivitäten zueinander geben ein Indiz auf die in der Praxis wahrgenommene Komplexität einer solchen Initiative. Um diese Komplexität handhabbar zu steuern, kommen Methoden und Praktiken aus den verschiedenen Managementdisziplinen zum Einsatz.

Am Beispiel des Change Management wird deutlich, dass eine verstärkte Planung und Abstimmung einzelner Aktivitäten den Erfolg einer Einführung solcher Projekte erhöhen kann. Der Zusammenhang von Voraussetzungen, Maßnahmen und Konsequenzen muss dabei stärker Berücksichtigung finden und benötigt eine flexible Unterstützung.

Eine durchgängige Unterstützung im Unternehmen, beginnend beim Top-Management, bis hin zum einzelnen operativen Mitarbeiter und die Verfolgung einer der Unternehmenssituation angepassten Einführungsstrategie sind als wesentliche Erfolgsfaktoren zu nennen. Die flexible Reaktion auf eine weniger unterstützende Unternehmenskultur stellt eine zentrale Herausforderung bei der Einführung dar.

## 4 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Studie stellt die Ergebnisse einer Analyse von 16 Fallstudien vor und diskutiert diese in Bezug auf kontextuelle Einflussfaktoren von Enterprise 2.0 Initiativen. Die mit Hilfe des 8C-Modell identifizierten Kontextbereiche eines Unternehmens werden hierbei zur Strukturierung der Ergebnisse eingesetzt. Dies resultiert in einem Kodierungsschema und einer Clusterung der Codes. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Abhängigkeit von der im Unternehmen angetroffenen Ausgangssituation und dem Bedarf einer entsprechend adaptierbaren Strategie für die Unterstützung solcher Einführungsprojekte.

Zum Zeitpunkt dieser Studie lag aufgrund der Neuartigkeit von Social Software nur eine begrenzte Anzahl an verfügbaren Fallstudien zum Themengebiet vor. Im nächsten Schritt ist die Analyse weiterer Praxisfälle und eine fortlaufende Auswertung der neuen Daten zur Erweiterung und stetigen Entwicklung des erarbeiteten Kodierungsschemas geplant. Die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Kontextbetrachtungen und funktionalen Zielen sollen in zukünftigen Arbeiten untersucht werden.

## 5 Literatur

- [1] Enterprise 2.0 Fallstudien-Netzwerk (2011a): Fallstudienraster der Schriftenreihe zu Enterprise 2.0-Fallstudien. <http://www.e20cases.org/mitmachen/fallstudienraster/>. Abgerufen am 20.09.2011.
- [2] Enterprise 2.0 Fallstudien-Netzwerk (2011b): Enterprise 2.0 Fallstudien: Aus Erfahrung lernen. <http://www.e20cases.org/>. Abgerufen am 20.09.2011.
- [3] Eisenhardt, K. M. (1989): Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14 (4), S. 532-550.
- [4] EIU.(2007). Serious business: Web 2.0 goes corporate. Economist Intelligence Unit Report. [http://replyweb20.files.wordpress.com/2008/01/web\\_20\\_goes\\_corporate.pdf](http://replyweb20.files.wordpress.com/2008/01/web_20_goes_corporate.pdf). Abgerufen am 20.09.2011.
- [5] Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW (2011): eXperience Online. <http://www.experience-online.ch/cases/experience20.nsf/de/index>. Abgerufen am 20.09.2011.
- [6] Fereday, J., Muir-Cochrane, E. (2006): Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1):80-91.
- [7] Kelle, U., Kluge, S. (2010): Vom Einzelfall zum Typus: Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung, Wiesbaden: Vs Verlag; 2. Auflage, 2010.
- [8] Lindsay, V.J. (2004): Computer-assisted qualitative data analysis: Application in an export study. In: Marschan-Piekkari, R. und Welch, C. (Hrsg.), *Handbook of Qualitative Research Methods for International Business*. Edward Elgar, Cheltenham, S. 486-506.
- [9] Mayring, P. (2000): Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative social research*, 1(2):1-10.
- [10] McAfee, A. P. (2006). Enterprise 2.0: The dawn of emergent collaboration. *MIT Sloan Management Review*, 47(3): 21-28.
- [11] Miles, M. B., Huberman, A. M. (1994): *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. 2. Auflage. Thousand Oaks, CA: Sage Pubn Inc.
- [12] O'Reilly, T., & Battelle, J. (2009). Web squared: Web 2.0 five years on. Proc. of the 6th Annual Web 2.0 Summit. [http://assets.en.oreilly.com/1/event/28/web2009\\_websquared\\_whitepaper.pdf](http://assets.en.oreilly.com/1/event/28/web2009_websquared_whitepaper.pdf). Abgerufen am 20.09.2011.

- [13] Richter, A., Stocker, A. (2011): Exploration & Promotion: Einführungsstrategien von Corporate Social Software. In: *Wirtschaftsinformatik Proceedings*. Zürich.
- [14] Schubert, P., Wölflé, R. (2007): The eXperience Methodology for Writing IS Case Studies. Proceedings of the Thirteenth Americas Conference on Information Systems. Keystone, Colorado.
- [15] Strauss, A. L., Corbin, J. M. (1998): Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory. 2. Auflage. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- [16] Strohm, O., Ulich, E. (Hrsg.) (1997): Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten. Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation., 1. Auflage, vdf Hochschulverlag AG.
- [17] Williams, S. (2011a): Enterprise 2.0 and Collaborative Technologies. Working Report of the Research Group Business Software. Koblenz: University of Koblenz-Landau.
- [18] Williams, S. (2011b): Das 8C-Modell für kollaborative Technologien. In Schubert, P. und Koch, M. (Hrsg.), Wettbewerbsfaktor Business Software. München: Hanser.
- [19] Williams, S., Schubert, P. (2011): An Empirical Study of Enterprise 2.0 in Context. Proceedings of the 24th International Bled eConference. Bled, Slovenia.
- [20] Yin, R. K. (2003): Applications of case study research. 3. Auflage. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

# **Community-basierte Open Innovation von der Suche bis zur Implementierung – der Fall des Innovationsintermediärs innosabi**

**Stefan H. Hallerstedte**

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I, 90403 Nürnberg,  
E-Mail: stefan.hallerstedte@wiso.uni-erlangen.de

**Angelika C. Bullinger**

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I, 90403 Nürnberg,  
University of Pennsylvania, Organizational Dynamics, Philadelphia, PA 19104,  
E-Mail: angelika.bullinger@wiso.uni-erlangen.de

**Kathrin M. Möslein**

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik I, 90403 Nürnberg,  
E-Mail: kathrin.moeslein@wiso.uni-erlangen.de

## **Abstract**

Durch Community-basierte Open Innovation können unternehmensexterne Akteure in den Innovationsprozess von Unternehmen einbezogen werden. Hierfür gibt es spezialisierte Intermediäre, welche die Relation, Interaktion und Kooperation zwischen Unternehmen und externen Innovatoren unterstützen. Die Ansätze der Intermediäre sind dabei meistens auf die Unterstützung der frühen Innovationsprozessschritte mittels einer Innovationscommunity spezialisiert: die Suche nach innovativen Konzepten sowie deren Selektion. Wenig Beachtung findet bisher ein integrierter Ansatz von der kooperativen Suche bis zur Implementierung. Dieser Artikel stellt eine Fallstudie des Innovationsintermediärs innosabi vor, der einen Entwicklungsprozess auf seiner Plattform unserAller gestaltet, welcher den Innovationsprozess von der Suche bis zur Implementierung durch eine Community unterstützt.

## **1 Einleitung**

Die Fähigkeit, innovative Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, ist ein kritischer Erfolgsfaktor für Unternehmen in dynamischen Märkten [7]. Frühere Arbeiten haben gezeigt, dass Unternehmen das innovative Potenzial von unternehmensexternen Gruppen nutzen können, wenn sie Konsumenten, Kunden, Partner und andere Stakeholder durch (Community-basierte) Kooperationssysteme in den Innovationsprozess einbeziehen [14, 18].

Die Relevanz dieser Integration externer Innovatoren wird durch die 2009 veröffentlichte Studie von Grant Thornton International unterstrichen [8]: Mit 41 Prozent stellen Kunden die wichtigste Ressource für Innovationen dar, noch vor zentralen internen Quellen wie der Forschungs- und Entwicklungsabteilung (33 Prozent) oder anderen Mitarbeitern (33 Prozent). Erfreulich hierbei ist die Bereitschaft von Externen, sich in die Innovationsaktivitäten von Unternehmen einzubringen. Knapp zwei Drittel der 3.990 Befragten sind gewillt, ihre Innovationskraft für Unternehmen einzusetzen [24]. Auf Unternehmensebene wird dies zunehmend durch IT-basierte Instrumente, wie z.B. online Innovations-Communitys, unterstützt [4].

Auffällig ist die Vielzahl an unterschiedlichen Intermediären, welche in den letzten Jahren die Durchführung von Open Innovation-Projekten für Unternehmen übernehmen und so neue Formen der Integration und Kooperation zwischen Unternehmen als Auftraggebern und Unternehmensexternen als Innovatoren ermöglichen. Ein Innovationsintermediär kann dabei zahlreiche Rollen bzw. Funktionen, wie z.B. Informationssucher, Broker oder Gatekeeper erfüllen [11]. Für diesen Artikel wird ein Innovationsintermediär als eine Person oder eine Institution definiert, welche die Relation, Interaktion und Kooperation zwischen Unternehmen und externen Innovatoren in verschiedenen Phasen des Innovationsprozesses herstellt, unterstützt und vertieft [6, 11, 23]. Im Kontext von Open Innovation unterhalten Intermediäre dazu häufig eine Community, motivieren potenzielle Innovatoren über ihre IT-basierten Werkzeuge zur Mitarbeit und betreuen diese bei Fragen oder Problemen [5]. Eine Innovations-Community kann sich dabei aus Vertretern verschiedener Arten externer Akteure zusammensetzen. Sie definiert sich über das gemeinsame Ziel der Innovationsgenerierung. Letztendlich bereiten Intermediäre Ergebnisse der externen Akteure für den Transfer in den Innovationsprozess des Unternehmens auf [11].

Besonders bekannt im Bereich der Open Innovation sind Intermediäre wie Innocentive<sup>1</sup> oder Atizo<sup>2</sup>. Während Innocentive als Technologiemarktplatz für komplexe Probleme fungiert, unterstützt Atizo Unternehmen, indem der Intermediär zahlreiche Innovatoren zu allgemeinen Themenstellungen zusammenbringt [9]. Alle genannten Intermediäre unterhalten dazu eine Community. Allerdings sind Intermediäre für den teilnehmenden Nutzer nicht immer als solche zu erkennen [1]. Beispiele hierfür sind das BMW Co-Creation Lab (unterstützt durch Hyve), das Ideenforum von Norton (unterstützt durch Lithium) oder der I-Prize von Cisco (unterstützt durch Brightidea)<sup>3</sup>.

Die Ansätze der Intermediäre sind dabei typischerweise auf die Unterstützung der frühen Innovationsprozessschritte [22] spezialisiert: die Suche nach innovativen Konzepten sowie deren Selektion [3, 4, 11, 12]. Es überrascht, dass trotz zunehmender Verbreitung von Open Innovation-Ansätzen im Feld und einer zunehmenden akademischen Wissensbasis [19, 20] die Implementierung von in offenen Prozessen generierten innovativen Vorschlägen bisher kaum Beachtung findet. Bestehende Lösungen, die eine Implementierung erlauben, decken häufig nicht die Schritte Suche und Selektion ab (CloudFab<sup>4</sup>) oder erfordern Spezialwissen (z.B. CAD-Kenntnisse), um die Implementierung durchführen zu können. Andere sind auf virtuelle Implementierungen beschränkt [10]. Sie sind somit nicht für die großzahlige Mitwirkung der breiten

---

<sup>1</sup> <https://www.innocentive.com/>

<sup>2</sup> <https://www.atizo.com/>

<sup>3</sup> <https://www.bmwgroup-cocreationlab.com/>; <http://www.hyve.de/>; <http://community.norton.com/>;  
<http://www.lithium.com/>; <http://www.cisco.com/web/solutions/iprize/index.html>; <http://www.brightidea.com/>

<sup>4</sup> <http://www.cloudfab.com/>



Masse an interessierten Laien („Normalos“ und „Tüftler“ [9]) ausgerichtet [2, 16]. Dies ist überraschend, da die technische und innovationstheoretische Kompetenz der Intermediäre, gepaart mit ihrer Umsetzungserfahrung im Feld eine ausreichende Grundlage zu sein scheint, um den Innovationsprozess durchgängig von der Suche bis zur Implementierung durch eine Community unterstützen zu lassen. Dennoch werden auch in Community-basierten Open Innovation-Projekten, häufig entweder die ersten Innovationsprozessschritte (Suche und Selektion) oder die Implementierung unterstützt [4]. Die Implementierung findet jedoch fast ausschließlich ohne Community-unterstützung statt. Aus der Literatur zu Open Innovation ist bekannt, dass diese Beschränkung nicht in den externen Innovatoren begründet liegt. Diese sind fähig und willens, die Schritte von der Suche bis zur Implementierung zu übernehmen und funktionsfähige Prototypen herzustellen [16].

Es stellt sich also angesichts einer steigenden Anzahl von professionell geführten Communitys die Frage, wie offene, von einer Community unterstützte Innovationsprozesse von der Suche bis zur Implementierung organisatorisch und technisch initiiert und durchgeführt werden können und wie eine akzeptierte Aufgabenteilung zwischen Unternehmen, Community und Intermediär gestaltet werden kann.

Um diese Frage zu beantworten, legen wir in diesem Beitrag eine Fallstudie des Innovationsintermediärs *innosabi* vor. Das nächste Kapitel erläutert hierzu die Grundlagen Community-basierter Open Innovation und die Potenziale für eine Community-basierte Implementierung. Das Methodenkapitel zeigt dann das Vorgehen zur Erhebung der Fallstudie auf, deren Ergebnisse im vierten und fünften Kapitel vorgestellt werden. Der Artikel schließt mit weiterem Forschungsbedarf sowie Handlungsempfehlungen für Praktiker im Bereich der Open Innovation: Unternehmen und Intermediäre.

## 2 Community-basierte Open Innovation

Stark abstrahiert von organisatorischen Details kann die offene Entwicklung von Innovationen konzeptionell in drei Schritten gebündelt werden: Zunächst wird ein Pool an verschiedenen Vorschlägen (z.B. Ideen, Konzepte) zusammengetragen (Suche), von denen die besten nach vorgegebenen Kriterien ausgewählt werden (Selektion), um diese dann in Produkte umzusetzen und am Markt einzuführen (Implementierung) [22].

Im ersten Prozessschritt, der Suche, werden entweder vorhandene Vorschläge gesammelt oder neue generiert. Ziel ist es, einen Pool an kreativen, neuartigen Vorschlägen zusammenzustellen. Im Fall von Open Innovation werden hierzu unternehmensinterne und unternehmensexterne Quellen (z.B. Kunden, Lieferanten, Experten) genutzt. Der Ausarbeitungsgrad von Vorschlägen variiert dabei zwischen einer kurzen Beschreibung und einer fertig implementierten Lösung [9]. In der Regel werden jedoch Ideen oder Konzepte gesucht [4].

Im zweiten Schritt des Innovationsprozesses, der Selektion, müssen gute Vorschläge identifiziert und von den weniger geeigneten getrennt werden. Diese Auswahl kann entweder durch Experten oder durch eine Community geschehen [4]. Typische Ansätze gemeinschaftlicher Bewertungen sind (1) die Abstimmung, bei der eine Zustimmung oder Ablehnung zum Ausdruck gebracht wird, um eine Rangfolge erstellen zu können, (2) die Durchschnittsbildung, bei der mehrstufige (Likert-)Skalen eingesetzt werden, um z.B. Schwellenwerte definieren zu können, und (3) die Übereinstimmung, bei der z.B. paarweise Vergleiche oder Kommentare herangezogen werden, um Rangfolgen zu bilden [17, 19].

Im dritten Schritt, der Implementierung, werden Vorschläge in Produkte umgesetzt und im Markt eingeführt [22]. Da der Schritt vom Vorschlag hin zum fertigen Produkt aufwändig ist, werden in der Praxis vor der vollständigen Implementierung oft Prototypen durch das Unternehmen erstellt [10]. Im Rahmen von Open Innovation-Ansätzen zeigt sich, dass diese prototypischen Implementierungen teilweise schon von den Innovatoren erstellt werden. Auf diese Weise wird möglichst viel implizites Wissen zum Unternehmen bzw. der Community transferiert und der Schritt vom Vorschlag hin zur endgültigen Implementierung erleichtert [3, 10]. Prototypen haben verschiedene Nutzenpotenziale: Sie können für die Erhebung von Anforderungen an ein Produkt, für die Verbesserung der Kommunikation zwischen Innovatoren oder für die Evaluierung von Zwischenergebnissen herangezogen werden. Häufig wird eine Kombination der Nutzenpotenziale angestrebt [3].

Zunehmend werden die Schritte des Open Innovation-Prozesses durch IT-basierte Ansätze, wie z.B. Innovations-Communitys, unterstützt, da hierdurch verschiedene Vorteile entstehen. Community-basierte Systeme zur Unterstützung von Open Innovation ermöglichen eine großzahlige Mitwirkung von Akteuren, die ohne räumliche Begrenzung zusammenarbeiten können, wodurch zahlreiche Konzepte mit Wissen aus verschiedenen Domänen generiert werden können. Zudem bewirken IT-basierte Ansätze eine deutliche Erhöhung der Geschwindigkeit der Interaktion zwischen den Innovatoren und dokumentieren gleichzeitig den Innovationsprozess mit den dabei generierten Zwischenergebnissen [26].

Während in der Literatur postuliert wird, dass Open Innovation von der Suche bis zur Implementierung umgesetzt werden kann [4, 6, 10, 16], fehlen noch empirische Studien qualitativer wie auch quantitativer Art, welche praktische Umsetzungshinweise, insbesondere für die Integration der Schritte, sowie die durchgängige Unterstützung durch eine Community, bieten. Der vorliegende Artikel trägt mit einer Fallstudie dazu bei, diese Lücke zu schließen und stellt vor, wie ein Innovationsintermediär den Innovationsprozess von der Suche über die Selektion bis zur Implementierung unter Wahrung der Vorteile von Community-basierter Open Innovation unterstützt.

### 3 Forschungsmethodik

Um die eingangs skizzierte Forschungsfrage beantworten zu können, wurde ein Intermediär als Untersuchungsobjekt ausgewählt, der das Ziel hat, einen offenen Innovationsprozess von der Suche bis zur Implementierung organisatorisch und technisch zu initiieren und Community-basiert durchzuführen. Das besondere Forschungsinteresse liegt auf der Arbeitsteilung zwischen Community, Intermediär und Unternehmen um insbesondere die Rolle der Community zu definieren. Zur Erhebung der Fallstudie wurde ein Fallstudien-Ansatz nach Yin [25] gewählt, um in dem relativ neuen Forschungsfeld von der Reichhaltigkeit der erhobenen Daten profitieren zu können. Einer der Autoren stand dem Intermediär seit der Unternehmensgründung als wissenschaftlicher Begleiter zur Verfügung, was Zugang zu ansonsten nicht zugänglichen Informationen ermöglichte. Als Datenquellen wurden die Internetpräsenz des Intermediärs<sup>5</sup>, unternehmensinterne Dokumente (Strategiepräsentationen, Bildmaterial, Dokumentationen etc.), seine Community-Plattform<sup>6</sup> sowie fünf semi-strukturierte, explorative Interviews mit den Unter-

---

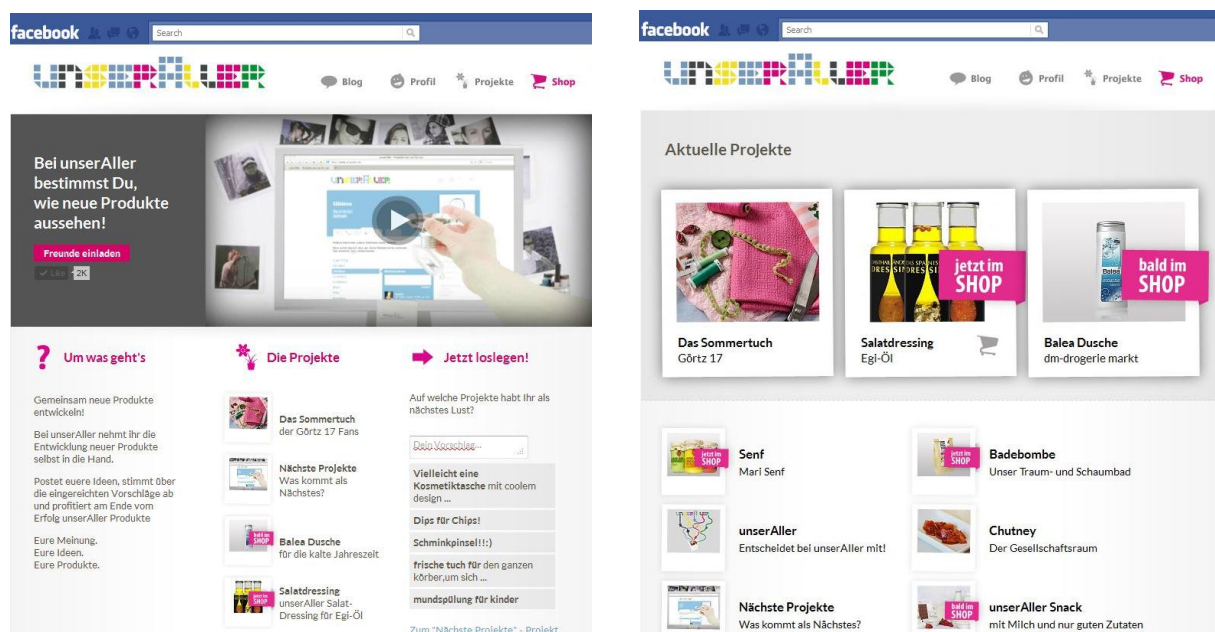
<sup>5</sup> <http://www.innosabi.com/>

<sup>6</sup> <http://www.unserAller.de/>

nehmensgründern herangezogen. Die Themenbereiche der Interviews umfassten das Unternehmen, seine Kompetenzen und Vorgehensweisen, das Konzept der Community-Plattform unserAller sowie die Arbeitsteilung zwischen Community, Intermediär und Unternehmen. Die Interviews dauerten zwischen 60 und 120 Minuten. Die Transkripte der Interviews sowie die weiteren Dokumente wurden von den Autoren unabhängig in MAXQDA 10 kodiert [15]. Das Kodiersystem wurde in einem Prozess des permanenten Vergleichs erstellt. In einem zweiten Schritt wurden übergeordnete Kategorien aus den Codes abgeleitet [21]. Die Ergebnisse der Erhebung werden im Folgenden vorgestellt.

## 4 Das Unternehmen innosabi

Das Unternehmen innosabi versteht sich als Dienstleister für große und mittlere Unternehmen, der sowohl Methodenberatung für die Integration von Kunden in den Innovationsprozess als auch selbstentwickelte IT-basierte Methoden hierzu anbietet. Der Schwerpunkt von innosabi liegt auf der Innovationsplattform unserAller.de, auf der Unternehmen gemeinsam mit ihren Endkunden Produkte entwickeln können<sup>7</sup>. unserAller ist eine Applikation im sozialen Netzwerk Facebook. Hier können die Endkunden in einem standardisierten Prozess an der Entwicklung neuer Produkte teilhaben und werden so zu Innovatoren und Markenbotschaftern für die Unternehmen. Die entwickelten Produkte werden hergestellt und können anschließend im Handel oder über unserAller gekauft werden (Bild 1).



**Bild 1:** Startseite und Projektübersicht von unserAller

Rund 13.000 registrierte Nutzer, meist aus Deutschland, zählen aktuell zum freiwilligen Entwicklerkreis der unserAller-Community, die im Juni 2010 mit 81 Facebook-Fans startete (Stand: November 2011). Die Plattform unserAller ist auf die Entwicklung von Line-Extensions für Hersteller von Fast-Moving-Consumer-Goods spezialisiert. Zu den Kunden gehören dm, Görtz,

<sup>7</sup> innosabi wurde, insbesondere im Hinblick auf unserAller im Juni 2011, durch Bundesminister Rösler als erfolgreichste Unternehmensgründung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie ausgezeichnet. <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=406252.html>

Egi-Öl und andere große, mittlere und kleine Konsumgüterhersteller (Tabelle 1). Erst vor kurzem ist die Entwicklung eines neuen Balea-Duschgels „für die kalte Jahreszeit“ zu Ende gegangen: Dieses von und mit der Community entwickelte Produkt kann ab Herbst 2011 in allen Filialen des dm-Drogeriemarkts gekauft werden.

Unternehmen	Projekt	Laufzeit	Ergebnis
Mari-Senf	Senf-Dip	62 Tage	3 Senfsorten: Cassis-Pflaume-Minze, Mango-Honig und Wasabi
innosabi	Badezusatz	67 Tage	6 Badekugeln zum individuellen Mixen: Cocktail, Milch, Glitter, Gesundheit, Mandelöl und Milch-Honig
Egi-Öl	Salatdressing	59 Tage	Länderdressingset: Spanisches, kroatisches und thailändisches Dressing
dm-Drogeriemarkt	Balea-Duschgel für die kalte Jahreszeit	49 Tage	Balea-Duschgel „Eisschimmer“
Görtz 17	Sommertuch	71 Tage	3 Tücher: Pfauenfeder, Kirschblüte und Schmetterling in versch. Materialien
innosabi	Auf Milch basierender und sattmachender Snack	67 Tage	Gesunde Tapioka-Hafer-Pralinen in süßen und salzigen Variationen
Restaurant Ge-sellschaftsraum	Chutney-Kreation	26 Tage	Zwiebel/ Pfirsich-Chutney mit Chili und Balsamico

**Tabelle 1: Projekte auf der Innovationsplattform unserAller**

Erklärtes Ziel von innosabi ist die Entwicklung von hochwertigen Produkten in der unserAller-Community, die zu den Bedürfnissen der Konsumenten passen. Um dieses Ziel zu erreichen, tritt innosabi als Intermediär zwischen Unternehmen und Konsumenten auf und ermöglicht über seine Plattform neue Formen der Kooperation zwischen den beiden Parteien und innerhalb der Community. Der Intermediär übernimmt dabei eine zentrale Rolle: Er zerlegt die Innovationsfragestellung der Unternehmen in bearbeitbare Teilaufgaben, stellt eine Plattform sowie Prozesse zur Verfügung, um die Innovationsaufgabe kollaborativ zu bearbeiten und betreut die Durchführung des Innovationsprojektes. Die Details der Aufgabenteilung zwischen Unternehmen, Community und Intermediär werden im Folgenden genauer beschrieben. Zur Illustration des Vorgehens wird exemplarisch das Projekt des Balea-Duschgels herangezogen.

## 5 Der Entwicklungsprozess in der unserAller-Community

Zur Entwicklung von neuen Produkten in Zusammenarbeit mit den Konsumenten wird auf unserAller standardmäßig ein fünfstufiger Entwicklungsprozess eingesetzt. Er beinhaltet die Phasen Anlass, Design, Material, Name und Verpackung (Tabelle 2).

Jede der fünf Phasen adressiert dabei eine Teilaufgabe der Innovationsfragestellung des Unternehmens (z.B. die Suche nach einem Duschgel für die kalte Jahreszeit im Balea-Duschgel-Projekt). Die individuelle Zusammenstellung der Phasen und die genauen Aufgabenstellungen werden in einem Workshop mit dem Unternehmen und dem Intermediär erarbeitet. Der Ablauf jeder Phase ist gleich: Sie beginnt mit einer Vorschlags- und Diskussionszeit, um Vorschläge zu sammeln und weiterzuentwickeln, und endet mit einer Abstimmungszeit, um die besten Vorschläge, welche strategisch und technisch zum Unternehmen passen, durch die Community

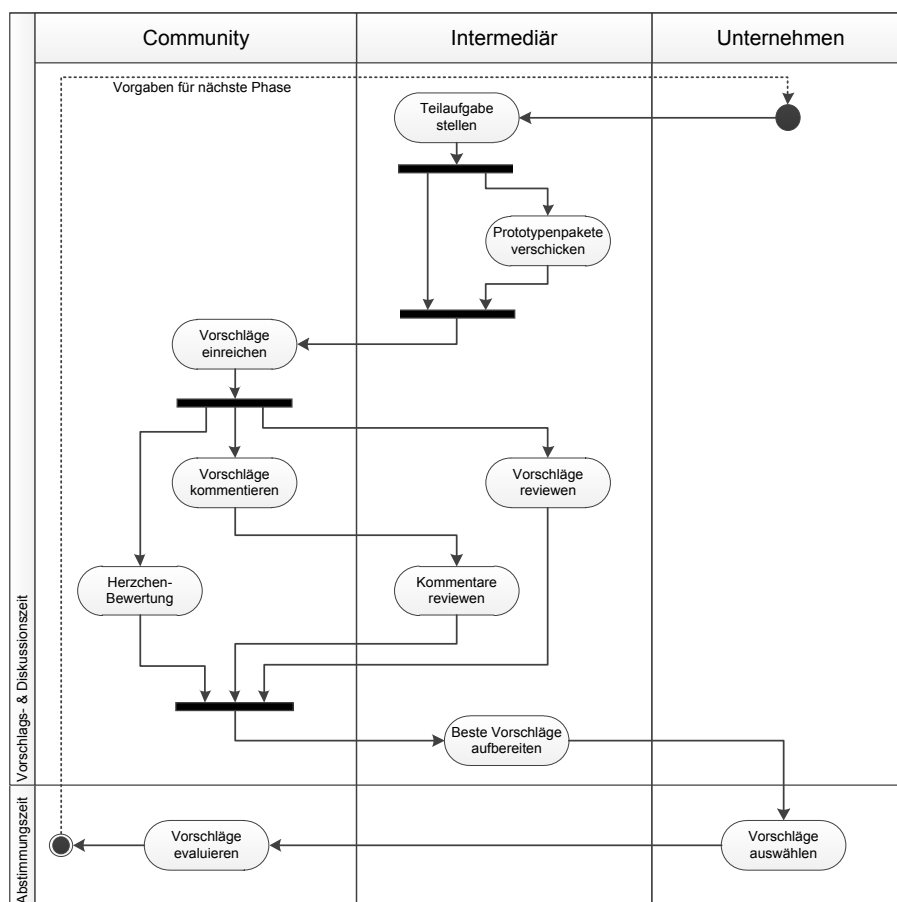
auswählen zu lassen. Nach Abschluss eines Projekts wird das entwickelte Produkt durch das Unternehmen hergestellt und im unserAller-Shop sowie über die üblichen Vertriebskanäle des Herstellers angeboten.

Phase	Ziel	Aufgabenstellung	Ergebnis
Anlass	Festlegung des Mottos	Was ist unser gemeinsames Motto für die neue Balea-Dusche?	Diamonds and Ice
Design	Festlegen des Aussehens	(Phase entfällt im Beispielprojekt)	-
Material	Festlegen des Materials bzw. der Zusammensetzung	Wie riecht unsere Dusche, schimmert sie und welche Farbe hat sie?	Fruchtig würziger Duft, Cremedusche mit Schimmer, Farbe helltürkis
Name	Namensfindung	Wie soll unsere Dusche heißen?	Eisschimmer
Verpackung	Art und Design der Verpackung	Wie ist das Etikett der Dusche gestaltet?	Abgebildeter Etikettenvorschlag

**Tabelle 2: Phasen des unserAller-Entwicklungsprozesses am Beispiel des Balea-Projektes**

### 5.1 Ablauf einer Phase im Entwicklungsprozess von unserAller

Die Phasen des unserAller-Entwicklungsprozesses sind alle gleich strukturiert. Im Folgenden werden zur Illustration Beispiele aus der Materialphase des Balea-Duschgel-Projektes vorgestellt. Bild 2 zeigt den schematischen Ablauf der Phase; ihr Ergebnis wird zur Vorgabe für die folgenden Phasen. Eine Phase beginnt mit der Veröffentlichung der Teilaufgabe.



**Bild 2: Ablauf einer Phase im Entwicklungsprozess von unserAller**

## 5.2 Vorschläge und Kommentare durch die Community

Zu Beginn der Phase reicht die Community Vorschläge zur Lösung der gerade zu bearbeitenden Teilaufgabe ein und kommentiert diese. So entstehen Diskussionen, in denen Vorschläge weiterentwickelt werden (Vorschlags- und Diskussionszeit). Durch die Vorgabe einer klar umrissenen Teilaufgabe für eine Phase (z.B. „Wie riecht unsere Dusche, schimmert sie und welche Farbe hat sie?“) gibt der Intermediär den Lösungsraum vor und lässt der Community gleichzeitig ihren kreativen Freiraum um Ideen zu entwickeln.

## 5.3 Moderation durch den Intermediär

Jeder eingereichte Beitrag (Vorschläge und Kommentare) wird nach der Veröffentlichung durch innosabi begutachtet. Dabei werden redundante Beiträge zusammengefasst und Weiterentwicklungen von vorhandenen Vorschlägen als solche gekennzeichnet und zugeordnet. Beiträge, die nicht den Community-Regeln entsprechen (z.B. persönliche Angriffe, unkonstruktive Kritik, themen- oder phasenfremde Inhalte), werden ausgeblendet. Der Nutzer wird über Änderungen an seinen Beiträgen automatisch per E-Mail informiert. Über diesen Review hinaus beantwortet innosabi administrative und inhaltliche Fragen zum Projekt. Kann der Intermediär selber nicht helfen, hält er Rücksprache mit dem Auftraggeber. Um diese Moderationsleistung bei über 2.300 Vorschlägen und 4.800 Kommentaren je Projekt erbringen zu können, hat innosabi einen spezialisierten Verwaltungsbereich entwickelt. Dieser zeigt alle ausstehenden Review-Aufgaben an, schlägt zu neuen Aufgaben automatisch themenverwandte Beiträge vor, um den Review zu erleichtern und bietet entsprechende Aktionen (Zusammenfassen, Zuordnen, etc.) an.

## 5.4 Prototypenpakete für die Community

Um die Vorschlagsgenerierung und -umsetzung zu unterstützen, werden (meist in den Phasen Design oder Material) bis zu 750 Prototypenpakete [10] verschickt. Darin sind vom Hersteller bereitgestellte Grund- und Kreativitätsmaterialien enthalten (Bild 3).



**Bild 3:** Prototypenpaket mit Duftproben für die Material-Phase des Balea-Projektes

Die aktivsten Teilnehmer eines Projektes können sich für diese Prototypenpakete bewerben, um ihre Vorschläge umsetzen und testen zu können. Die erstellten Prototypen können dann (je nach Konzipierung der Phase) von den Innovatoren in einem Online-Konfigurator hinterlegt, fotografiert und/oder beschrieben werden, um sie als Vorschlag auf der Plattform einzustellen. Durch den Einsatz eines Konfigurators kann die technische Umsetzbarkeit eines Vorschlages beim Hersteller sichergestellt werden (z.B. spezielle Materialien, die auf einer Produktionslinie nicht verarbeitet werden können). Dabei dienen die Prototypen nicht nur der Produktentwicklung, Darstellung und Evaluation von Zwischenergebnissen, sondern gleichzeitig auch der Motivation der Nutzer:

Inzwischen haben wir ein sehr standardisiertes Schema, nachdem man ein Prototypenpaket aufbaut und ein ziemlich detailliertes Wissen, was für Inhalte welche Wirkung haben. [...] Es war immer wichtig, dass es gut aussieht, dass du Spaß hast da mitzumachen. (Gründer 3)

### 5.5 Herzchen-Bewertung durch die Community

Während der Vorschlags- und Diskussionszeit einer Phase kann die Community Vorschläge mit Herzchen bewerten, um ihre Zustimmung auszudrücken. Eine Auswirkung auf die Anzeigereihenfolge von Vorschlägen hat dies jedoch kaum. Die Beiträge werden primär nach Aktualität und Aktivität sortiert.

Du hast im ersten Schritt komplett freie Vorschläge durch die Nutzer, die natürlich einen Lösungsrahmen vorgegeben haben. Während dieser Phase kannst du Herzchen für die Vorschläge vergeben. Das ist wie ein Facebook-gefällt-mir. Du kannst jedem Vorschlag eins geben, wenn du Lust hast. Das ist aber noch keine offizielle Wertung, sondern einfach nur eine Zustimmung sozusagen. (Gründer 4)

### 5.6 Auswahl passender Vorschläge durch Unternehmen

Nach Ablauf der Vorschlags- und Diskussionszeit werden dem Unternehmen die 20 besten Vorschläge durch den Intermediär präsentiert, wobei sich die Rangfolge aus den Herzchen-Bewertungen ergibt. Das Unternehmen wählt dann, im Hinblick auf technische Machbarkeit und strategischen Fit, die zu ihm passenden Vorschläge aus. In der Regel werden zwischen zwei und fünf Vorschläge verworfen. Durch diesen Review-Schritt wird in jeder Phase sichergestellt, dass letztendlich entstehende Produkte vom Auftraggeber tatsächlich akzeptiert und hergestellt werden können [13].

Es ist ein relativ komplexes Verfahren. Es muss auf der einen Seite für die Nutzer transparent und fair sein, auf der anderen Seite für das Unternehmen Eingriffsmöglichkeiten bieten. [...] Im unserAller-Projekt müssen unterschiedlichste Abteilungen involviert sein, die immer ihre Lösungsbedingungen und den Rahmen vorgeben, die aber auch in jeder Phase die endgültige Entscheidung treffen und sagen, dass das und das nicht zu ihnen passt. (Gründer 1)

Dadurch, dass die Ideen aus der Community und die Umsetzungen aus dem Unternehmen kommen, wird das not-invented-here-Syndrom umgangen. Es immer noch dann das Produkt des Unternehmens, sie haben es ja selber dahin gebracht. (Gründer 3)

Diese Rollenaufteilung zwischen dem Unternehmen und der Community ist von dem Intermediär bewusst gestaltet. So kann die Community ihre Vorschläge unabhängig von z.B. technischen Beschränkungen generieren und ihre Kreativität einbringen. Das Unternehmen steuert dann im nachgelagerten Review seine Umsetzungscompetenz bei.

Nutzer, gerade im Konsumgüterbereich, mögen zwar kreative Ideen haben, wenn du viele Nutzer ansprichst. Die Umsetzungskompetenz liegt aber immer noch beim Unternehmen. So trennen wir ganz klar zwischen Hersteller- und Nutzerkompetenz. (Gründer 3)

### 5.7 Evaluation durch Community

Die nach dem Hersteller-Review verbleibenden Vorschläge werden im zweiten Abschnitt einer Phase von der Community evaluiert (Abstimmungszeit). Jedes Community-Mitglied darf dazu bis zu drei Sterne auf seine Lieblingsvorschläge verteilen. Durch die Trennung der Phasen in je zwei Abschnitte wird verhindert, dass früh eingestellte Vorschläge bei der Community-Bewertung Vorteile erzielen. Zudem wird der Fokus auf die jeweilige primäre Aktivität eines Abschnittes gerichtet. Der am besten bewertete Vorschlag wird zur Eigenschaft des Produkts und damit zur Vorgabe für die nächsten Phasen.

In der Vorschlagsphase ist es noch nicht klar, welche unter die Top-20 gehören. Es kann also sein, dass ein Vorschlag rausgenommen wurde oder eben weiter hinten war. Das ist ein Vorgehen, was ziemlich akzeptiert ist; dieses zweistufige, weil auch jeder akzeptiert, dass gewisse Dinge einfach nicht umsetzbar sind. (Gründer 2)

## 6 Diskussion und Handlungsempfehlungen

Die Fallstudie liefert erste Antworten auf unsere Forschungsfrage, wie von einer Community unterstützte Innovationsprozesse von der Suche bis zur Implementierung organisatorisch und technisch initiiert und durchgeführt werden können und wie eine akzeptierte Aufgabenteilung zwischen Unternehmen, Community und Intermediär gestaltet werden kann. Der spezialisierte Innovationsintermediär innosabi hat auf seiner Innovationsplattform unserAller einen Community-basierten Entwicklungsprozess gestaltet, der alle drei Schritte des Innovationsprozesses von der Suche über die Selektion bis hin zur Implementierung durch eine Community unterstützt. Dabei werden in jedem Entwicklungsprozessschritt einfache Evaluationsmechanismen (Sternchen- und Herzchenbewertung) eingesetzt, um nicht nur die Vorschlagsgenerierung, sondern auch die Vorschlagsauswahl Community-basiert durchzuführen.

Von besonderem Interesse ist die Aufgabenteilung zwischen Unternehmen, Community und Intermediär. Sie lässt der Community ihren kreativen Freiraum und stellt gleichzeitig Leitplanken auf, um die Umsetzbarkeit und Akzeptanz der entwickelten Produkte beim Auftraggeber sicherzustellen. Indem innosabi als Intermediär die Interaktion mit der Community übernimmt und die Ergebnisse der Community für den Transfer in das Unternehmen aufbereitet, hat das beauftragende Unternehmen wenig Aufwand bei der Durchführung eines Projekts mit unserAller und kaum Bedarf an Fachwissen bezüglich Open Innovation. Vertreter des Unternehmens müssen lediglich für einen Konzeptionsworkshop und zu den dort festgelegten Review-Terminen zur Verfügung stehen.

Zur Integration interessierter Laien [9] in den Innovationsprozessschritt der Implementierung hat innosabi Prototypenpakete [10] entwickelt. Mit deren Unterstützung können die Mitglieder der Community ihre Vorschläge prototypisch umsetzen und so der Community und dem Unternehmen unterbreiten. Der Erstellung von Prototypen im Entwicklungsprozess von unserAller steht eine großzahlige Mitwirkung offen [26], da keine Vorkenntnisse erforderlich sind, um einen Prototyp zu erstellen, und nur geringe andere Zugangsbeschränkungen bestehen. Zusätzlich zu den Funktionen von Prototypen, wie sie in der Literatur beschrieben werden, wird die Prototypenerstellung bei unserAller auch zur Motivation der Innovatoren eingesetzt.



Als Handlungsempfehlung für die Praxis lässt sich ableiten, dass die Prototypenerstellung, die in Community-basierten Open Innovation-Projekten traditionell vom Unternehmen durchgeführt werden musste, nun direkt von den Innovatoren übernommen werden kann. Auf diese Weise kann auch in IT-basierten Projekten implizites Wissen über Prototypen zum Unternehmen transferiert werden. Der Ansatz von unserAller stellt damit eine Community-basierte und somit preiswerte Alternative zur Lead User-Methode [16] dar. Aufgabe der Forschung ist es zukünftig zu zeigen, ob der Entwicklungsprozess von unserAller mit seiner Aufgabenteilung zwischen Community, Intermediär und Unternehmen wirtschaftlicher ist als andere Open Innovation-Ansätze, wie z.B. Innovationswettbewerbe [4] oder die Lead User-Methode [16]. Untersuchungswürdig ist weiterhin, ob der Ansatz von unserAller auch auf die Generierung radikaler Innovationen übertragbar ist bzw. welche Rolle dabei die Zusammensetzung der Community, die Aufgabenstellung des Unternehmens und die Moderation des Intermediärs spielen. Von besonderem Forschungsinteresse ist die für Ende 2011 geplante Einführung einer SaaS-Version der unserAller-Plattform. Hier soll das Unternehmen die Rolle des Innovationsintermediärs, unterstützt durch die Community-basierten Innovationswerkzeuge, welche innosabi dann zur Verfügung stellt, selbst übernehmen und direkt mit der Community interagieren. Dies bietet eine einmalige Chance, den Einfluss von Intermediären im Innovationsprozess vertieft zu untersuchen.

## 7 Literatur

- [1] Adamczyk, S; Haller, JBA; Bullinger, AC; Möslin, KM (2011): Knowing is Silver, Listening is Gold. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Business Informatics*. Zurich. 221-230.
- [2] Betts, B (2010): Bringing the factory home. *Engineering & Technology* 5(8):56.
- [3] Bullinger, AC; Hoffmann, H; Leimeister, JM (2011): The next step – open prototyping. In: *European Conference of Information Systems*. Helsinki. Paper 439.
- [4] Bullinger, AC; Neyer, A-K; Rass, M; Möslin, KM (2010): Community-based innovation contests: Where competition meets cooperation. *Creativity and Innovation Management* 19(3):290-303.
- [5] Chanal, V; Caron-Fasan, M-L (2010): The Difficulties involved in Developing Business Models open to Innovation Communities: the Case of a Crowdsourcing Platform. *M@n@gement* 13(4):318-341.
- [6] Chesbrough, HW (2006): Open business models: how to thrive in the new innovation landscape. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- [7] Christensen, CM (2006): The innovator's dilemma. Harper Business, New York, NY.
- [8] Grant Thornton International (2009): Innovation: The key to future success? Chicago.
- [9] Hallerstedte, SH; Neyer, A-K; Bullinger, AC; Möslin, KM (2010): Normalo? Tüftler? Profi? Eine Typologisierung von Innovationswettbewerben. In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*. Göttingen. 1229-1240.
- [10] von Hippel, E; Katz, R (2002): Shifting Innovation to Users via Toolkits. *Management Science* 48(7):821-833.

- [11] Howells, J (2006): Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy* 35(5):715-728.
- [12] Hrastinski, S; Kviselius, NZ; Ozan, H; Edenius, M (2010): A Review of Technologies for Open Innovation: Characteristics and Future Trends. In: *Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on System Sciences*. 1-10.
- [13] Katz, R; Allen, TJ (1982): Investigating the Not Invented Here (NIH) syndrome: A look at the performance, tenure, and communication patterns of 50 R&D Project Groups. *R&D Management* 12(1):7-20.
- [14] Leimeister, JM; Huber, M; Bretschneider, U; Krcmar, H (2009): Leveraging Crowdsourcing: Activation-Supporting Components for IT-Based Ideas Competition. *Journal of Management Information Systems* 26(1):197-224.
- [15] Lindsay, VJ (2004): Computer-assisted qualitative data analysis: application in an export study. In: Marschan-Piekkari, R; Welch, C (Hrsg.), *Handbook of qualitative research methods for international business*. Edward Elgar, Cheltham. 486-506.
- [16] Luethje, C; Herstatt, C (2004): The Lead User method: an outline of empirical findings and issues for future research. *R&D Management* 34(5):553-568.
- [17] Möslin, KM; Haller, JBA; Bullinger, AC (2010): Open Evaluation: Ein IT-basierter Ansatz für die Bewertung innovativer Konzepte. *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik* 273:21-34.
- [18] Piller, FT; Walcher, D (2006): Toolkits for idea competitions: a novel method to integrate users in new product development. *R&D Management* 36(3):307-318.
- [19] Riedl, C; Blohm, I; Leimeister, JM; Krcmar, H (2010): Rating Scales for Collective Intelligence in Innovation Communities: Why Quick and Easy Decision Making Does Not Get it Right. In: *International Conference on Information Systems*. St. Louis.
- [20] Schmidt-Rauch, S; Nussbaumer, P (2011): Putting Value Co-Creation into Practice: A Case for Advisory Support. In: *European Conference on Information Systems*. Helsinki.
- [21] Stake, RE (1995): The art of case study research. Sage Publ., Thousand Oaks.
- [22] Tidd, J; Bessant, J (2009): Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. Wiley, Chichester.
- [23] Verona, G; Prandelli, E; Sawhney, M (2006): Innovation and Virtual Environments: Towards Virtual Knowledge Brokers. *Organization Studies* 27(6):765-788.
- [24] Williams, D; Gownder, JP; Wiramihardja, L; Corbett, AE (2010): US Consumers Are Willing Co-Creators - Activate Engaged Consumers With Social Technologies To Build Better Products. Forrester Research. Cambridge, UK.
- [25] Yin, RK (2009): Case study research: Design and methods. Sage, Thousand Oaks.
- [26] Zerfaß, A; Möslin, KM (2009): Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovationsmanagement - Strategien im Zeitalter der Open Innovation. Gabler, Wiesbaden.

## 8 Danksagung

Wir danken allen internen und externen Innovatoren, die Teil unserer Innovationsforschungsreise sind. Für die Förderung bedanken wir uns außerdem beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (Projekt: BALANCE, FKZ 01FH09153).

# Social Networking Services im Internet als eRecruiting-Kanal für Unternehmen

## Task-Technology-Fit-Analyse der Plattformen Xing, LinkedIn und Facebook

### Marco Klein

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business,  
37073 Göttingen, E-Mail: mklein@uni-goettingen.de

### Sina Rosenberger

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business,  
37073 Göttingen, E-Mail: sina.rosenberger@wiwi.uni-goettingen.de

### Matthias Schumann

Georg-August-Universität Göttingen, Professur für Anwendungssysteme und E-Business,  
37073 Göttingen, E-Mail: mschuma1@uni-goettingen.de

## Abstract

Unternehmen verwenden Social Networking Services (SNS) im Internet, bspw. Xing, Linked-In oder Facebook, vermehrt für das eRecruiting. Forschungsarbeiten betrachten hier ausschließlich einzelne Teilprozesse des eRecruitings, bspw. Bewerberbewertungen anhand von SNS-Profilen. Für diese Teilprozesse werden zudem nur SNS-Teilfunktionen untersucht. Eine vollständige Analyse von SNS-Funktionen hinsichtlich des Unterstützungspotentials im gesamten eRecruiting-Prozess ist nicht zu finden. Ein Modell, das alle Möglichkeiten von SNS im eRecruiting aufzeigt, existiert bislang nicht. Diese Forschungslücke wird adressiert, indem die Plattformen Xing, LinkedIn und Facebook auf Funktionen geprüft werden, die eRecruiting-Teilprozesse unterstützen. Darauf aufbauend wird ein Task-Technology-Fit-Modell zur Eignung idealtypischer SNS-Funktionen für eRecruiting-Teilprozesse abgeleitet.

## 1 Einleitung

Das Nutzen von Social Networking Services (SNS) im Internet für die Personalbeschaffung wird in mittelständischen und großen Unternehmen zurzeit viel diskutiert. SNS sind Webseiten, auf denen Nutzer eigene Profile anlegen, mit anderen Nutzern Kontaktverbindungen eingehen und sich durch Kommunikationsdienste mit ihnen austauschen [2]. Beispiele sind *Xing*, *LinkedIn* oder *Facebook*. Da die Nutzungszahlen dieser Netzwerke stetig steigen [1] und Nutzer auf beruflich-orientierten SNS ihre Kompetenzen und ihren Werdegang veröffentlichen, finden Recruiter auf SNS hilfreiche Informationen für die Kandidatenakquise. Auf SNS können Kandidaten gesucht, Daten von ihnen erhoben,

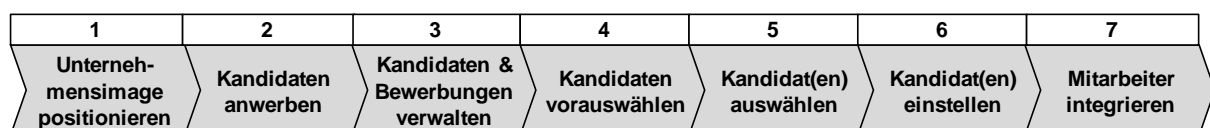
Stellenanzeigen veröffentlicht und Kontaktkanäle zu Kandidaten hergestellt werden [5] [12] [30]. Bisherige Forschungsarbeiten zu diesem Thema betrachten ausschließlich einzelne Teilprozesse des eRecruitings [13]. Ferner werden bei diesen Analysen nur Teilfunktionen von SNS untersucht. Eine vollständige Analyse von idealtypischen SNS-Funktionen und Möglichkeiten konkreter Plattformen hinsichtlich des Unterstützungspotentials im gesamten eRecruiting-Prozess existiert nicht. Ein Modell, das alle Anwendungsfälle von SNS im eRecruiting aufzeigt, ist bislang also nicht zu finden [23]. Folglich ist zu prüfen, ob SNS-Funktionen weitere eRecruiting-Möglichkeiten als die bisher skizzierten bieten. Dieser Beitrag adressiert diese Forschungslücke und beantwortet folgende Forschungsfrage: *Welche Funktionen bieten Social Networking Services im Internet zur Unterstützung des eRecruiting-Prozesses von Unternehmen?*

Dafür werden die für das eRecruiting beliebten Plattformen *Xing*, *LinkedIn* und *Facebook* [5] hinsichtlich ihrer Funktionalitäten untersucht, die eRecruiting-Teilprozesse von Unternehmen unterstützen können. Aus diesen Erkenntnissen und auf Basis des Task-Technology-Fit (TTF)-Ansatzes [10] wird ein Modell hinsichtlich der Eignung idealtypischer SNS-Funktionen für eRecruiting-Teilprozesse von Unternehmen explorativ abgeleitet. Zu Beginn des Beitrags werden der Stand der Forschung zur SNS-Nutzung für das eRecruiting geschildert und die adressierte Forschungslücke herausgearbeitet. Im Anschluss wird die methodische und inhaltliche Fundierung der Studie dargestellt. Kapitel Vier beinhaltet die vergleichende Analyse der untersuchten SNS. Die Erkenntnisse werden anschließend durch Exploration theoretisch fundiert und Implikationen für Forschung und Praxis abgeleitet.

## 2 Prozess des eRecruitings und Stand der Forschung

### 2.1 eRecruiting-Prozess als Analyserahmen

Basis des Beitrags ist der Prozess des eRecruitings. In Untersuchungen zu Internet-Job-Portalen und Bewerbermanagementsystemen wird eine Vielzahl an Prozessansätzen diskutiert [18] [19]. Für die vorliegende Untersuchung wird das Prozessmodell von [20] verwendet, da es frühere Ansätze von [4] [18] [19] und [27] zusammenfasst und das Employer Branding integriert. Letzteres wird mittlerweile wegen des sich verschärfenden Wettbewerbs um talentierte Kandidaten als elementarer Bestandteil der Personalbeschaffung angesehen [8]. Eine Übersicht über weitere Prozessansätze liefern [16]. Die Prozessschritte von [20] werden durch den Schritt „Mitarbeiter integrieren“ (Onboarding) ergänzt (Bild 1), da dieser als Schnittstelle zu nachfolgenden HR-Prozessen bspw. der Personalentwicklung dient [28].



**Bild 1:** Prozess des eRecruitings in Unternehmen

Im Prozessschritt „Unternehmensimage positionieren“ (Employer Branding) verbreiten Unternehmen eine attraktive Arbeitgebermarke, um bei potentiellen Bewerbern einen positiven Eindruck zu hinterlassen [8]. Anschließend werden Kandidaten für einen Unternehmenseinstieg angeworben (Schritt Zwei). Dies geschieht über Stellenangebote in

bspw. Printmedien oder Internet-Job-Portalen sowie über die aktive Kandidatensuche (Headhunting). Basis dafür ist die Definition der Stellenanforderungen und des gesuchten Personenprofils [16]. Nach Bewerbungseingängen und Kommunikationsaufnahme mit Kandidaten werden Bewerberdaten und der Kommunikationsverlauf dokumentiert sowie Bewerbungen auf formale Vollständigkeit geprüft (Schritt Drei). Auch unabhängig von Bewerbungen werden langfristige Beziehungen zu potentiellen Kandidaten für zukünftige Bedarfe gepflegt. Anschließend werden Bewerbungsunterlagen inhaltlich gesichtet und ggf. erste Tests mit Bewerbern durchgeführt (Schritt Vier). Bei Eignung werden Bewerber zu persönlichen Gesprächen eingeladen. In diesen Gesprächen und weiteren Auswahlverfahren werden einzustellende Kandidaten endgültig ausgewählt (Schritt Fünf). Im Anschluss werden alle Unterlagen und Maßnahmen für die Einstellung – insbes. der Arbeitsvertrag – vorbereitet und unterschrieben bzw. umgesetzt (Schritt Sechs). Abschließend werden die neuen Mitarbeiter durch entsprechende Maßnahmen in das Unternehmen integriert [28]. Die Verantwortung für alle Prozessschritte besitzen HR-Verantwortliche insbes. Recruiter. In die Ausschreibungs- und Auswahlprozesse sind zudem die verantwortliche Fachabteilung und betriebliche Mitbestimmungsgremien involviert.

## 2.2 SNS im eRecruiting – Stand der Forschung

In Forschungsbeiträgen zur Nutzung von SNS für das eRecruiting werden die folgenden vier Anwendungsfälle diskutiert [12] [30]:

Anwendungsfall	eRecruiting-Prozess(e)	Literatur
1 Veröffentlichen eines SNS-Unternehmensprofils mit u. a. Recruiting-Ansprechpartnern & Stellenausschreibungen	(1) Image positionieren, (3) Kandidaten & Bewerbungen verwalten	[5] [17]
2 Verteilen von Recruiting-Themen (bspw. Recruiting-Veranstaltungen) über SNS-Nachrichtendienste	(2) Kandidaten anwerben	[5] [17]
3 Kandidatensuche bzw. Informationsquelle zum Aufbau von Kandidatenpools	(2) Kandidaten anwerben (3) Kandidaten & Bewerbungen verwalten	[5] [7] [17] [25] [26]
4 Bewerten von Bewerbern für Besetzungsentscheidungen	(2) Kandidaten anwerben (4) Kandidaten vorauswählen	[3] [5] [9] [13] [21] [25] [29]

**Tabelle 1: Anwendungsfälle für SNS im eRecruiting-Prozess (siehe Bild 1)**

Unternehmen können sich auf SNS mit einem eigenen Profil präsentieren [5]. Auf diesem Profil werden Stellen ausgeschrieben, Ankündigungen zu Recruiting-Veranstaltungen veröffentlicht und ein Kontaktkanal zu Kandidaten und Alumni geschaffen [5] [17]. Ausschreibungen und Veranstaltungen werden über SNS-Kommunikationskanäle, bspw. über Microblogging-Funktionen oder einen Nachrichtendienst, verteilt [17]. Des Weiteren erlauben es SNS passive Job-Suchende zu finden und anzusprechen sowie Kandidatenpools für zukünftige Besetzungsprozesse aufzubauen [7] [26]. Schließlich können vorhandene Informationen über Bewerber (bspw. aus Bewerbungsunterlagen) mit ihren SNS-Profilen angereichert und als Basis für Bewerberbewertungen genutzt werden [13] [25]. Hier wird allerdings die Reliabilität und Validität von SNS-Daten für Besetzungsentscheidungen hinterfragt [9] [29]. Für die Anwendungsfälle „Kandidatensuche“ und „Bewerten von Bewerbern“ werden rechtliche Rahmenbedingungen für Deutschland [21] und die USA [3] [29] diskutiert.

Von Recruitern werden vorwiegend die beruflich-orientierten SNS *Xing* und *LinkedIn* sowie der privat-orientierte SNS *Facebook* verwendet [5]. Im deutschsprachigen Raum sind diese Plattformen beruflich und privat auch die beliebtesten auf Nutzerseite [1]. Twitter wird mit ähnlichen Nutzungsraten aufgeführt, ist aber nicht als profilorientierter SNS, sondern als Microblogging-Dienst zur Wahrnehmung von Kurznachrichten eines persönlichen Netzwerks zu charakterisieren [24]. Die expliziten SNS-Funktionen wurden bisher allerdings nicht hinsichtlich einer Eignung für das eRecruiting analysiert. Da diese Funktionen aber die obigen Anwendungsfälle erst ermöglichen, ist eine modellgenerierende Betrachtung von Möglichkeiten spezieller SNS im Internet sowie SNS als allgemeiner Anwendungsform elementar. Eine entsprechende Analyse könnte aus Praxissicht weitere Anwendungsfälle aufdecken und aus Forschungsperspektive existierende Anwendungsfälle validieren und erweitern [23].

### 3 Rahmenbedingungen der Untersuchung

#### 3.1 Methodischer Ansatz

Um zu untersuchen, welche eRecruiting-Funktionen die von Recruitern viel genutzten SNS bieten und welche idealtypischen SNS-Funktionalitäten für welche eRecruiting-Prozessschritte verwendet werden können, wird der Task-Technology-Fit (TTF)-Ansatz [10] adaptiert. Damit wird untersucht, inwiefern Technologieeigenschaften (bei Anwendungssystemen deren Funktionen [10], in diesem Fall spezifische und idealtypische SNS-Funktionen) den Anforderungen einer Aufgabenstellung (hier Teilprozesse des eRecruitings) gerecht werden [10]. Untersuchungsobjekte sind Xing, LinkedIn und Facebook (Kapitel 2). Zunächst werden diese SNS hinsichtlich der speziellen Funktionen für die Teilprozesse der Personalbeschaffung untersucht. Anschließend werden die untersuchten SNS aus Funktionssicht gegenübergestellt. Aus diesen Erkenntnissen wird explorativ ein Modell abgeleitet, das zeigt welche idealtypischen SNS-Funktionalitäten welche eRecruiting-Teilprozesse unterstützen können. Entsprechend dem TTF-Ansatz bildet der eRecruiting-Prozess (Kapitel 2.1) den Strukturierungsrahmen und damit die Task-Perspektive für die Betrachtung. Im Folgenden werden idealtypische SNS-Funktionen abgeleitet, auf die in der Analyse der SNS laufend Bezug genommen wird. Diese Inhalte stellen die Technology-Perspektive dar. Zudem ist die Individual-Perspektive des TTF-Ansatzes zu untersuchen, die Aussagen darüber zulässt, inwiefern Aufgabenträger Effizienz- und Effektivitätssteigerungen durch den konkreten Technologieeinsatz erfahren [10]. Diese Perspektive wird in der Diskussion (Kapitel 5) aufgefasst.

#### 3.2 Idealtypische Funktionen von Social Networking Services

Aufzählungen von SNS-Funktionen finden sich in den Definitionen von [2] und [11]. So werden dort (a) die Darstellung einer Person in einem Profil, (b) die Suche nach Mitgliederprofilen, (c) die Vernetzung zwischen Nutzern mittels Kontaktanfragen (inkl. Freundeslisten) und (d) die Kommunikation unter SNS-Nutzern thematisiert. Eine explizite Benennung von SNS-Funktionen liefern [22]. Sie definieren die folgenden sechs idealtypischen Funktionsklassen, die wegen der Berücksichtigung früherer SNS-Artikel und der klaren Abgrenzung zueinander für diesen Beitrag verwendet werden (Tabelle 2):

SNS-Funktionsklasse	Idealtypische Funktionen
1 Identitätsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlegen von Profilen mit privaten sowie beruflichen Daten</li> <li>- Einsehen von Profilen anderer SNS-Nutzer</li> </ul>
2 (Experten-)Suche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suchen nach Nutzern anhand von Kriterien (bspw. Interessen)</li> <li>- Empfehlen potentieller Kontakte (auf Basis von Profilgemeinsamkeiten oder Kontaktverbindungen von Nutzern zu direkten Kontakten)</li> </ul>
3 Kontaktmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eingehen von Kontaktverbindungen mit anderen SNS-Nutzern</li> <li>- Verwalten von „Freunden“ in Freundeslisten</li> <li>- Anlegen von Gruppen und Foren zum Austausch zwischen Nutzern</li> </ul>
4 Unterstützung des gemeinsamen Austauschs (Kommunikationskanäle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Synchrone Kommunikationskanäle (Text- und Videochats)</li> <li>- Asynchrone Kommunikationskanäle (Nachrichtendienste, Microblogging-Funktionen, Foren innerhalb von Gruppen)</li> </ul>
5 Netzwerkawareness	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustellen von Mitteilungen, Kontaktanfragen und Profiländerungen von Kontakten auf der individuellen Startseite über Push-Dienste</li> <li>- Pull-Netzwerkawareness über obige Such-Funktionalitäten</li> </ul>
6 Kontextawareness	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzeige von direkten und indirekten Verbindungspfaden zu anderen Nutzern („Über wen kenne ich jemand anderen?“)</li> </ul>

Tabelle 2: Idealtypische Funktionsklassen und Funktionen von SNS [22]

## 4 Analyse der Plattformen Xing, LinkedIn und Facebook

### 4.1 Allgemeine Informationen zu den untersuchten Plattformen

Wie bei allen SNS [2], steht bei den drei untersuchten Plattformen – *Xing*, *LinkedIn* und *Facebook* – das strukturierte Nutzerprofil im Mittelpunkt. Gemäß der beruflichen Orientierung können auf *Xing* und *LinkedIn* vor allem Kontaktdaten, Interessen, Qualifikationen und Angaben zum Lebenslauf hinterlegt werden. *Facebook*-Nutzerprofile enthalten entsprechend der privaten Ausrichtung i. d. R. Interessen und Hobbies sowie Fotos aus dem Privatleben der Nutzer. *Xing* und *LinkedIn* unterscheiden zwischen kostenlosen und kostenpflichtigen Mitgliedschaften. Letztere enthalten bei beiden Plattformen kriterienorientierte Suchfunktionen und erweiterte Nachrichtendienste, bei denen Nachrichten an Kontakte und bisher nicht kontaktierte Nutzer geschrieben werden können. In *LinkedIn* können Nutzer andere Nutzer für spezielle Tätigkeiten empfehlen, womit besondere Kompetenzen auf Profilen gekennzeichnet werden können. Eine Besonderheit von *Facebook* ist die Integration von sog. „Apps“, eigenständigen Anwendungen externer Anbieter, die über die idealtypischen Funktionen von SNS hinaus gehen. In diesem Rahmen existieren auch Apps zur Unterstützung des eRecruitings, bspw. „Jobstriker“. Da diese Zusatzangebote von externen Anbietern stammen, werden sie nicht berücksichtigt. Weitere allgemeine Informationen zu den drei untersuchten Plattformen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen (Tabelle 3).

	Xing	LinkedIn	Facebook
<b>Orientierung</b>	Beruflich	Beruflich	Privat
<b>Gründungsjahr</b>	2003 (als OpenBC)	2003	2004
<b>Nutzerzahlen</b>	Weltweit: 10,8 Mio. Deutschland: 3,4 Mio.	Weltweit: > 100 Mio. Deutschland: 1,1 Mio.	Weltweit: 674,1 Mio. Deutschland: 17,6 Mio.
<b>Mitgliedschaft</b>	Kostenlos & kostenpflichtig	Kostenlos & kostenpflichtig	Kostenlos

**Tabelle 3: Allgemeine Informationen zu Xing, LinkedIn und Facebook (Stand: August 2011)**

## 4.2 eRecruiting-Funktionalitäten

*Xing*, *LinkedIn* und *Facebook* integrieren Funktionen, die Recruiter für die Personalbeschaffung nutzen können. Im Gegensatz zu einigen Bewerbermanagementsystemen, mit denen sich Kandidaten auf einer Unternehmenshomepage bewerben können [8] [18], werden für die Prozessschritte „Kandidaten auswählen“, „- einstellen“ und „- integrieren“ keine expliziten Funktionen angeboten.

### 4.2.1 Unternehmensimage positionieren

Auf *Xing* können Recruiter ein Unternehmensprofil anlegen, auf dem Informationen zum Unternehmen und zu Ansprechpartnern darstellbar sind. SNS-Nutzer können sich mit diesem Profil vernetzen. Im Rahmen des kostenpflichtigen Unternehmensprofils „Standard“ kann die Sichtbarkeit des Profils in Internet-Suchmaschinen freigeben und damit das Profil auch über eine *Xing*-unabhängige Suche auffindbar gemacht werden. Des Weiteren kann das Recruiting-Team mit ihren *Xing*-Profilen vorgestellt werden. Bewerber können sich dabei mit Recruitern vernetzen, wodurch Recruiter wiederum Kontaktnetzwerke zu interessierten Kandidaten aufbauen können (siehe Abschnitt 4.2.3). Mit dem Profil „Plus“ lassen sich zudem Neuigkeiten auf der Startseite der mit dem Unternehmensprofil vernetzten Nutzer platzieren.

In *LinkedIn* ist es ebenfalls möglich, ein Unternehmensprofil einzurichten und dies über Suchmaschinen auffindbar zu machen. Auch dort kann das Profil in mehrere Bereiche aufgeteilt werden, in denen bspw. allgemeine Informationen, Stellenanzeigen oder Diskussion über das Unternehmen veröffentlicht werden. Wie bei *Xing* können auf dem Unternehmensprofil *LinkedIn*-Profile von HR-Verantwortlichen platziert werden. Zudem lässt sich das Unternehmensprofil kontextsensitiv gestalten, so dass Inhalte abhängig von Berufs- oder Altersgruppe des aktuellen Nutzers präsentiert werden.

Auch bei *Facebook* haben Unternehmen die Möglichkeit, mit Hilfe sog. „Facebook-Pages“ Unternehmensprofile zu gestalten, die den *Xing*- und *LinkedIn*-Profilen im Aufbau sowie den Möglichkeiten die Inhalteplatzierung und Sichtbarkeit in Suchmaschinen ähneln. Beispiele sind Hyatt und T-Mobile [17]. Die Möglichkeit, Profile von Recruitern hervorzuheben, ist allerdings nicht gegeben. Verknüpfen sich Nutzer mit dem Unternehmensprofil, in dem Sie „Fan“ der Seite werden, erhalten sie Neuigkeiten auf Ihrer Startseite präsentiert.

### 4.2.2 Kandidaten anwerben

Um proaktiv Kandidaten anzuwerben, können Recruiter in *Xing* mit der kriteriengestützten Suche interessante Kandidaten identifizieren. Ein namensbezogenes Kandidatenscreening ist hier zwar möglich, aber ohne eine Benachrichtigung an die betroffenen Personen rechtlich



unzulässig [21]. Suchergebnisse sind speicher- und somit langfristig einsehbar. Rechtliche Voraussetzung dafür ist ebenfalls eine Benachrichtigung der Kandidaten. Für Suchaufträge existieren sog. Agenten, die regelmäßig über Mitglieder informieren, die den im Agenten definierten Suchkriterien entsprechen. Für die Suche nach Kandidaten kann auch Einsicht in Diskussionen von Fachgruppen genommen werden. Recruiting-Verantwortliche können zudem kostenpflichtige Recruiter-Mitgliedschaften eingehen, die differenziertere Such- und Auswertungsfunktionen ermöglichen. So ist es möglich, zusätzliche Suchkriterien wie Berufserfahrung oder Karrierelevel einzubeziehen. In den Ergebnissen werden potentielle Kandidaten angezeigt, die direkt kontaktiert werden können. Zudem können Kandidaten kriterienorientiert verglichen und mit Kommentaren versehen werden. Für eine Kontaktaufnahme lassen sich Nachrichten versenden – auch an Nutzer, die nicht in einem direkten Kontakt mit dem Unternehmensprofil stehen. Mit einer Standardmitgliedschaft ist dies kostenpflichtig. Innerhalb der Jobbörse „Xing-Jobs“ ist es möglich, individuell formatierte oder mittels einer Standardform erzeugte Stellenanzeigen zu veröffentlichen [17]. Dieses Angebot lässt auch Profilabgleiche zu, bei denen aus allen Xing-Nutzern diejenigen gesucht werden, die den Vakanz-Anforderungen entsprechen. Bei geeigneten Kandidaten kann die Stellenanzeige auf deren Startseite platziert werden. Stellenanzeigen lassen sich zudem auf dem Unternehmensprofil darstellen. Aus Bewerbersicht werden für eine Vakanz Kontakte des eigenen Netzwerks angezeigt, die im jeweiligen Unternehmen angestellt sind. Damit werden persönliche Kontakte zum Unternehmen visualisiert (Kontextawareness), wodurch Vertrauen in einen potentiellen Arbeitgeber geschaffen werden kann [22]. Dies kann wiederum die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass sich der betroffene Kandidat für das Unternehmen entscheidet.

Bei *LinkedIn* kann die Suche nach potentiellen Kandidaten wie bei *Xing* über eine kriterien-gestützte Suche erfolgen. Diese ist allerdings nur im Rahmen der kostenpflichtigen Mitgliedschaften nutzbar. Die ebenfalls kostenpflichtigen „Recruiter-Lösungen“ enthalten darüber hinaus Suchfunktionen, die es erlauben alle Felder von *LinkedIn*-Profilen, insbes. auch Empfehlungen anderer Nutzer (Kapitel 4.1), zu durchsuchen. Auch hier gelten die in Kapitel 4.2.2 beschriebenen rechtlichen Einschränkungen. Gefundene Nutzer können mit Hilfe von internen Nachrichten und per E-Mail kontaktiert werden. Nachrichtenvorlagen lassen sich speichern und für spätere Bewerberansprachen wiederverwenden. Der *LinkedIn* Stellenmarkt dient der Ausschreibung von Vakanzen. In einer Ausschreibung können alle relevanten Stellendaten, insbesondere Stellenbeschreibung, Anforderungsprofil und Ansprechpartner in Form auswertbarer Felder platziert werden. Mit der Funktion „Jobs Network“ können wie bei *Xing* Stellenanforderungen und Nutzerprofile verglichen und dadurch passende Kandidaten ausgewählt werden. Ebenfalls analog zu *Xing* werden einem Interessenten Kontakte des eigenen Netzwerks aufgezeigt, die im Unternehmen der jeweiligen Vakanz angestellt sind.

Auch bei *Facebook* können Recruiter zum Auffinden interessanter Kandidaten mit Suchkriterien nach Nutzerprofilen suchen. Allerdings ist diese Suche durch Einstellungen zur Privatsphäre eingeschränkt, mit deren Hilfe Nutzer deren generelle Auffindbarkeit und die Sichtbarkeit einzelner Profildaten einstellen können. So werden nur diejenigen durch eine Suche gefunden, die dies explizit erlauben. Zudem ist zu hinterfragen, ob im Rahmen der Personalbeschaffung relevante Informationen in *Facebook*-Nutzerprofilen vorhanden sind [15]. Ferner ist es wie bei *Xing* möglich, Einsicht in Mitglieder und Diskussionen von

Fachgruppen zu nehmen. Auch Stellenausschreibungen können auf dem *Facebook*-Unternehmensprofil veröffentlicht werden. Vakanzen sind ebenso über sog. „*Facebook Ads*“ (ursprünglich ausgelegt für Produktwerbung) platzierbar. Wie Unternehmensprofile bei *LinkedIn*, können „*Ads*“ durch die Angabe von Kriterien wie bspw. Alter, Wohnort oder Geschlecht kontextsensitiv gestaltet werden. Damit werden *Ads* nur Nutzern präsentiert (auf deren Startseite), die den definierten Kriterien entsprechen. Eine weitere Möglichkeit zum Ausschreiben von Vakanzen ist der „*Facebook Marketplace*“, in dem neben Stellenanforderungen und der Stellenbeschreibung auch Ansprechpartner mit ihren *Facebook*-Profilen verlinkt sein können.

#### 4.2.3 Kandidaten und Bewerbungen verwalten

In *Xing* ist das Verwalten von Kandidaten durch das Kontaktnetzwerk möglich. Recruiter können sich mit potentiellen Kandidaten und Bewerbern vernetzen und somit Kandidatenpools für zukünftige Besetzungsentscheidungen aufbauen [26]. Die Kommunikation zwischen Kandidaten und Recruitern ist über den integrierten Nachrichtendienst realisierbar. Bewerbungen selbst können zwar über diesen Nachrichtendienst versendet werden, Funktionen zum Einreichen von Bewerbungen inkl. dazugehöriger Unterlagen bietet *Xing* hingegen nicht. Alternativ kann eine Ausschreibung mit einem Bewerbermanagementsystem auf der Unternehmenshomepage verlinkt werden, das entsprechende Funktionen bietet.

Analog zu *Xing* können Recruiter bei *LinkedIn* über ihr Kontaktnetzwerk mit Kandidaten und Bewerbern in Kontakt treten und bleiben. Zudem lassen sich mit den „Recruiter-Lösungen“ Funktionen bereitstellen, die es Interessenten erlauben, Bewerbungen inkl. Anhängen im Unternehmensprofil einzustellen. Diese Bewerbungen können durch Unternehmensvertreter eingesehen sowie Statistiken zu Bewerbungseingängen angezeigt werden. Einzelne Bewerbungen lassen sich mit einem Status versehen, damit weitere Recruiter über den Stand des Sichtungsprozesses informiert sind. Bewerber haben keine Einsicht in den Bearbeitungsstatus. Für eine Bewerbung kann ein „Projektordner“ angelegt werden, in dem Notizen hinterlegt und weitere Dokumente, bspw. Interviewmitschriften, angefügt werden können.

Auch auf *Facebook* können Recruiter mit Kandidaten und Bewerbern Kontaktverbindungen eingehen und somit einen Kommunikationskanal für die Bewerbungsphase etablieren. Explizite Funktionalitäten zum Einreichen von Bewerbungen auf Kandidatenseite oder zum Verwalten und Sichten von Bewerbungen auf Unternehmensseite bietet *Facebook* nicht.

#### 4.2.4 Kandidaten vorauswählen

Für eine Vorauswahl von Kandidaten und Bewertung hinsichtlich ihrer Fähigkeiten können *Xing*-Profildaten als Ergänzung zu klassischen Bewerbungsdaten verwendet werden [25]. Gleiches gilt für öffentlich einsehbare Forenbeiträge innerhalb von *Xing*-Fachgruppen. KLUEMPER & ROSEN bestätigen, dass durch die Analyse von SNS-Daten Hinweise für die Eignungsprüfung von Bewerbern erhoben werden können [13]. Da *Xing* als beruflich-orientierter SNS angesehen wird, ist das Erheben von Profildaten für die Vorauswahl laut § 32 BDSG gestattet. Allerdings ist hier das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz (AGG) zu beachten. Zudem muss ein Bewerber über die Verwendung von SNS-Daten für Bewertungszwecke in Kenntnis gesetzt werden, bspw. über einen Verweis in der Ausschreibung [21]. Nähere Informationen zur Verwendung von SNS-Daten für Einstellungsentscheidungen

finden sich in [21]. Eine Vorauswahl kann ferner durch den bereits beschriebenen Bewerber-Stellenanforderungs-Abgleich unterstützt werden (siehe Kapitel 4.2.2). Mit Ausnahme des direkten Bewerbervergleichs, gelten die obigen Ausführungen auch für *LinkedIn*.

Auch Facebook-Profile können für die Vorauswahl und eine erste Eignungsprüfung von Kandidaten herangezogen werden [13]. Dies ist allerdings rechtlich nur dann unproblematisch, wenn die betroffenen Bewerberprofile allgemein zugänglich (d. h. über Internet-Suchmaschinen auffindbar) und nicht durch Privatsphäre-Einstellungen einer für andere Nutzer eingeschränkten Sichtbarkeit unterliegen [21]. Auch wenn ein Recruiter durch eine Kontaktverbindung zum Bewerber Zugriff auf ein Profil erhält, ist das Erheben der dortigen Daten für Bewertungswecke rechtlich unzulässig.

### 4.3 Vergleichende Darstellung der Ergebnisse

Die Erhebung der einzelnen Funktionalitäten zeigt, dass Xing und LinkedIn als beruflich-orientierte SNS nicht nur das geeignete Datenmaterial, sondern auch explizite Funktionen zur Unterstützung des eRecruitings bieten (Tabelle 4).

Prozessschritt	Xing	LinkedIn	Facebook
<b>Unternehmensimage positionieren</b>	(a), (c), (e)	(a), (c), (e)	(a), (c), (e)
<b>Kandidaten anwerben</b>	(a), (b), (c), (d), (e), (f) und weitere explizite eRecruiting-Funktionen	(a), (b), (d), (e), (f) und weitere explizite eRecruiting-Funktionen	(a), (b), (d), (e)
<b>Kandidaten und Bewerbungen verwalten</b>	(c), (d)	(c), (d) und weitere explizite eRecruiting-Funktionen	(c), (d)
<b>Kandidaten vorauswählen</b>	(a) und weitere explizite eRecruiting-Funktionen	(a)	(a)
<b>Legende</b> (Idealtypische SNS-Funktionsklassen, siehe Kapitel 3.2): (a) Identitätsmanagement, (b) (Experten-)Suche, (c) Kontaktmanagement, (d) Unterstützung des gemeinsamen Austauschs, (e) Netzwerkawareness, (f) Kontextawareness			

**Tabelle 4: eRecruiting-Funktionalitäten von Xing, LinkedIn und Facebook**

Während alle drei Plattformen für die Positionierung des Unternehmensimages – mit Hilfe der Funktionsklassen „Identitätsmanagement“, „Kontaktmanagement“ und „Netzwerkawareness“ – ähnliche Möglichkeiten integrieren, sind die eRecruiting-Funktionen für Folgeprozesse bei den beruflich-orientierten SNS ausgeprägter. Für den Schritt „Kandidaten anwerben“ bietet *Xing* die meisten Möglichkeiten. Gegenüber *LinkedIn* sind das Speichern von Kandidatenlisten, das Nutzen von Suchagenten und der Vergleich von Kandidaten hervorzuheben. Die letzten beiden Aspekte entsprechen dabei keinen idealtypischen SNS-Funktionen. *Facebook* bietet hier lediglich die Möglichkeit, Nutzerprofile zu suchen und einzusehen sowie mit Nutzern zu kommunizieren und Stellenanzeigen zu veröffentlichen. Bzgl. des Verwaltens von Bewerbungen und Kandidaten integriert nur *LinkedIn* Funktionen zum Hochladen von Bewerbungen (Bewerberseite) und zum Bearbeiten der Bewerbungen (Recruiterseite). Diese Möglichkeiten entsprechen – wie bei den Suchagenten und Kandidatenvergleichen von *Xing* – nicht den idealtypischen SNS-Funktionsklassen. Die Vorauswahl von Kandidaten ist bei den drei SNS durch das Einsehen von Nutzerprofilen und das Erheben

der dortigen Daten möglich. Rechtliche Rahmenbedingungen – insbes. für das privat-orientierte *Facebook* – sind hier zu beachten [21]. Wie bereits erläutert, ist es mit *Xing* und *LinkedIn* zusätzlich möglich, Kandidaten- mit Stellenprofilen abzugleichen. *Xing* lässt zudem den Vergleich von Kandidaten untereinander zu. Für die letzten drei Prozessschritte zur Auswahl, Einstellung und Integration von Bewerbern bieten die untersuchten SNS keine funktionelle Unterstützung.

Insgesamt wird deutlich, dass *Facebook* zwar für das Employer Branding nutzbar ist. Da dort aber wenige berufliche Daten [15] und nur einfache eRecruiting-Funktionen vorzufinden sind, ist Facebook nur bedingt für die Personalbeschaffung geeignet. *Xing* und *LinkedIn* ähneln hingegen aus funktioneller Sicht Internet-Job-Portalen und Bewerbermanagementsystemen.

## 5 Ergebnisdiskussion und Implikationen

Aus TTF-Sicht können Recruiter für den Prozessschritt „Unternehmensimage positionieren“ (Task-Perspektive) die Funktionen der Klassen „Identitätsmanagement“, „Kontaktmanagement“ und „Netzwerkawareness“ (Technology-Perspektive) nutzen (Tabelle 5). Damit lassen sich ein Unternehmensprofil veröffentlichen, Aufmerksamkeit darauf lenken sowie Neuigkeiten über Nachrichtenkanäle verteilen (Anwendungsfälle bzw. Fit-Perspektive). Mit Hilfe der TTF-Systematik konnten also SNS-Anwendungsfälle für das eRecruiting systematisch hergeleitet werden. Der Vergleich mit existierenden Erkenntnissen (Kapitel 2.2) zeigt zudem, dass die systematische Vorgehensweise mit Hilfe einer Funktionsanalyse weitere Anwendungsfälle (bspw. Kandidatenverwaltung über Kontaktlisten) aufzeigen konnte. Bisher wurden Anwendungsfälle entweder anhand von Trendumfragen identifiziert [30] oder durch Analyse von Beiträgen zu einzelnen diesbezüglichen Aspekten zusammengetragen [12]. Zusätzlich konnten eRecruiting-Anwendungsfälle identifiziert werden, die keinen Bezug zu idealtypischen SNS-Funktionen besitzen und i. d. R. durch Bewerbermanagementsysteme oder Internet-Job-Portale abgedeckt werden. So lassen sich mit *Xing* Kandidaten vergleichen sowie Abgleiche von Kandidaten- mit Stellenprofilen durchführen. Ferner können über *LinkedIn* Bewerbungen erfasst und verwaltet werden. Die bisher getrennten Anwendungsformen „Internet-Job-Portale“ und „SNS“ scheinen sich somit einander anzunähern.

Insgesamt liefert die vorliegende Untersuchung eine vollständige Liste von SNS-Anwendungsfällen für das eRecruiting – erstens für die Plattformen *Xing*, *LinkedIn* und *Facebook*, zweitens aus idealtypischer SNS-Perspektive. Aus Forschungssicht schließt der Beitrag somit die Lücke der fehlenden systematischen Herleitung von Anwendungsfällen. Diese Anwendungsfälle sowie die dafür geeigneten SNS-Funktionen gilt es aber zusätzlich bzgl. Akzeptanz der Recruiter und Auswirkungen auf deren Arbeitseffizienz zu untersuchen. Damit wäre die Nutzungsperspektive des TTF-Ansatzes abgedeckt [10]. Entsprechende Analysen könnten Rückschlüsse darüber liefern, inwiefern SNS-Funktionen expliziten Mehrwert für Recruiter bspw. gegenüber Internet-Job-Portalen generieren. Erste empirische Untersuchungen dazu [5] können in Kombination mit den vorliegenden Erkenntnissen als Basis für diese Forschungen dienen. Zusätzlich ist im Rahmen von Internet-Job-Börsen wie monster oder stepstone zu hinterfragen, ob SNS substituiv oder komplementär eingesetzt werden.

eRecruiting-Prozessschritt	Identitätsmanagem. (Experten-)Suche	Kontaktmanagement	Kommunikationskan.	Netzwerkawareness	Kontextawareness	eRecruiting SNS-Anwendungsfälle für Recruiter
<b>Unternehmensimage positionieren</b>	x	x		x		- Unternehmensprofil veröffentlichen - Neuigkeiten über Nachrichtenkanäle verteilen
<b>Kandidaten anwerben</b>	x	x	x	x	x	- Proaktive Suche nach Kandidaten - Vergleich von Kandidaten* - Abgleich von Kandidaten mit Stellenprofilen* - Anlegen von Kandidatenpools - Kontaktaufnahme über Nachrichtenkanäle - Platzieren und Verteilen von Stellenanzeigen
<b>Kandidaten &amp; Bewerbungen verwalten</b>			x	x		- Bewerbungen einsehen und verwalten* - Kontaktverbindungen zu Bewerbern aufbauen - Kommunikation mit Bewerbern
<b>Kandidaten vorauswählen</b>	x					- Analyse der Bewerberprofile - Vergleich von Kandidaten* - Abgleich von Kandidaten mit Stellenprofilen*
<b>Legende:</b> x = SNS-Funktionsklasse ist anwendbar    * Anwendungsfall resultiert nicht aus idealtypischer SNS-Funktion						

Tabelle 5: TTF-Modell zur Nutzung von SNS-Funktionen im eRecruiting

Aus Unternehmenssicht zeigt die Untersuchung, dass *Xing* und *LinkedIn* als neuer Rekrutierungskanal neben klassischen Kanälen wie Internet-Job-Börsen etabliert werden können. Zudem können die vorliegenden Ergebnisse ggf. zum systematischen Überwinden aktueller Rekrutierungsherausforderungen dienen. So unterstützt ein Unternehmensprofil die ständige Präsenz bei interessierten Nutzern und kann somit das Employer Branding erleichtern. Außerdem kann dem im klassischen eRecruiting festgestellten Verlust des persönlichen Kontakts zum Unternehmen [6] durch SNS-Kontaktverbindungen zwischen Bewerbern und Recruitern entgegengewirkt werden. Wie die Argumentation zeigt, bieten jeweils idealtypische SNS-Funktionen die Grundlage zur Adressierung der Probleme.

Aus Perspektive der SNS-Plattformbetreiber verdeutlicht das TTF-Modell, wie eRecruiting-Teilprozesse in SNS funktional unterstützt werden können. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie auf das eRecruiting spezialisierte SNS (bspw. squeaker.net) gegenüber den untersuchten SNS bestehen können.

## 6 Limitationen und Ausblick

Die Ergebnisse unterliegen Limitationen hinsichtlich Generalisierung und Gültigkeitsdauer. Eine Generalisierung des TTF-Modells auf nicht betrachtete SNS ist nicht gegeben. Erstens liefert die Untersuchung dafür eine zu geringe empirische Basis. Zweitens schränken rechtliche Rahmenbedingungen – hier wurde nur die deutsche Rechtslage berücksichtigt – die Nutzung von Funktionen ein. Die Ergebnisse sind also im Einzelfall zu prüfen und durch die Analyse weiterer SNS zu validieren. Weitere Limitationen sind mögliche Änderungen der

untersuchten Plattformen bzgl. ihres Funktionsumfangs. So könnte sich bspw. *Xing* funktionell *LinkedIn* annähern, wodurch die SNS-spezifischen Erkenntnisse angepasst werden müssten. Das gewonnene TTF-Modell ist dadurch nicht betroffen.

Im Rahmen dieser Weiterentwicklungen könnten SNS Schnittstellen zu unternehmens-internen Bewerbermanagementsystemen integrieren, um einerseits Stellenausschreibungen daraus in SNS im Internet zu exportieren. Andererseits könnten so Bewerbungen (wie sie *LinkedIn* bietet) inkl. dazugehöriger Bewerberprofile in interne Bewerbermanagementsysteme importiert werden. Letzteres würde den Eingabeaufwand für Bewerbungen durch das Verwenden bereits existierender SNS-Profilen reduzieren. Bei einer Einstellung könnte zudem ein SNS-Bewerberprofil direkt als Profil in einem unternehmensinternen SNS integriert werden und damit die Mitarbeiterintegration unterstützen [14]. Mit dem HR-XML Standard liegt zudem ein mögliches Datenaustauschformat für die beschriebenen Schnittstellen vor.

## 7 Literatur

- [1] Bitkom (2011): Halb Deutschland ist Mitglied in sozialen Netzwerken, [http://www.bitkom.org/de/presse/8477\\_67667.aspx](http://www.bitkom.org/de/presse/8477_67667.aspx), Abgerufen am 21.07.2011.
- [2] Boyd, DM; Ellison, NB (2008): Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1):210-230.
- [3] Brandenburg, C. (2007): The Newest Way to Screen Job Applicants: A Social Networker's Nightmare. *Federal Communication Law Journal*, 60(3):597-626.
- [4] Breaugh, JA; Starke, M (2000): Research on Employee Recruitment: So Many Studies, So Many Remaining Questions. *Journal of Management*, 26(3):405-434.
- [5] Brecht, F; Koroleva, K; Guenther, O (2011): Increasing Global Reach: Using Social Network Sites for Employer Branding. 10. Intern. Tagung Wirtschaftsinformatik, Zürich, Schweiz, 983-992.
- [6] Chapman, DS; Webster, J (2003): The Use of Technologies in the Recruiting, Screening, and Selection Processes for Job Candidates. *International Journal of Selection & Assessment*, 11(2-3):113-120.
- [7] DeKay, S (2009): Are Business-oriented Social Networking Web Sites Useful Resources for Locating Passive Jobseekers? Results of a Recent Study. *Business Communication Quarterly*, 72(1):101-105.
- [8] Eckhardt, A; Laumer, S; Weitzel, T (2008): Extending the Architecture for a Next-Generation Holistic E-Recruiting System. *CONF-IRM 2008 Proceedings*. Paper 27.
- [9] Evans, DC; Gosling, SD; Carrol, A (2008): What Elements of an Online Social Networking Profile Predict Target-Rater Agreement in Personality Impressions?. *ICWSM 2008 Proceedings*.
- [10] Goodhue, DL; Thompson, RL (1995): Task-Technology Fit and Individual Performance. *MIS Quarterly*, 19(2):213-236.
- [11] Hippner, H (2006): Bedeutung, Anwendungen und Einsatzpotenziale von Social Software. *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 43(252):6-16.

- [12] Klein, M; Schumann, M (2011): Social Software in Personalmanagementprozessen – Stand der Forschung und zukünftige Forschungsrichtungen. Arbeitsbericht 2/2011, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, Georg-August-Universität Göttingen.
- [13] Kluemper, DH; Rosen, PA (2009): Future Employment Selection Methods: Evaluating Social Networking Web Sites. *Journal of Managerial Psychology*, 24(6):567-580.
- [14] Kraemer, W; Pekczynski, P; Zimmermann, V (2010): Talent Management und Netzwerke – Soziale Medien im Personalmanagement. *Information Management und Consulting*, 25(4):33-37.
- [15] Lampe, C; Ellison, N; Steinfield, C (2007): A Familiar Face(book): Profile Elements as Signals in an Online Social Network. *Proc. Conference on Human Factors in Computing Systems*, 435-444.
- [16] Laumer, S; Eckhardt, A (2009): Help to Find the Needle in a Haystack – Integrating Recommender Systems in an IT supported Staff Recruitment System. *Proc. SIGMIS-CPR'09*, Limerick, Irland.
- [17] Laurano, M (2010): Social Networking for Recruiting, Bersin & Associates Case Study.
- [18] Lee, I (2007): An Architecture for a Next-Generation Holistic E-Recruiting-System. *Communications of the ACM*, 50(7):81-85.
- [19] Malinowski, J; Keim, T; Weitzel, T (2005): Analyzing the Impact of IS Support on Recruitment Processes: An E-Recruitment Phase Model. *Proc. of the 9th PACIS*, Bangkok, 977-988.
- [20] Münstermann, B; Eckhardt, A; Weitzel, K (2010): The performance impact of business process standardization – An empirical evaluation of the recruitment process. *Business Process Management*, 16(1):29-56.
- [21] Oberwetter, C (2011): Soziale Netzwerke im Fadenkreuz des Arbeitsrechts. *Neue Juristische Wochenschrift*, 64(7):418-421.
- [22] Richter, A; Koch, M (2008): Functions of Social Networking Services. *Proc. of the International Conference on the Design of Cooperative Systems*, Carry-le-Roulet, Frankreich, 87-98.
- [23] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J (2011): Internet Social Networking – Stand der Forschung und Konsequenzen für Enterprise 2.0. *Wirtschaftsinformatik*, 53(2):89-103.
- [24] Riemer, K; Althofen, A; Richter, A (2011): What are you doing? – Enterprise Microblogging as Context Building. In: *Proc. of the 19th ECIS*. Helsinki, Finnland.
- [25] Roberts, SJ; Roach, T (2009): Social Networking Web Sites and Human Resource Personnel: Suggestions for Job Searchers. *Business Communication Quarterly*, 72(1):110-114.
- [26] Schäuble, T; Mindl, T; Griesbaum, J (2009): Mehrwertpotentiale von Online-Social-Business-Netzwerken für die Personalbeschaffung von Fach- und Führungskräften. *GI Jahrestagung 2009*, S. 2166-2180.
- [27] Singh, P; Finn, D (2003): The Effects of Information Technology on Recruitment. *Journal of Labour Research*, 24(3):395-408.

- [28] Snell, A (2006): Researching Onboarding Best Practice. Strategic HR Review, 5(6):32-35.
- [29] Warning, RL; Buchanan, FR (2010): Social Networking Web Sites: The Legal and Ethical Aspects of Pre-Employment Screening and Employee Surveillance. Journal of Human Resources Education, 4(2):14-23.
- [30] Weitzel, T; Eckhardt, A; von Stetten, A; Laumer, S; Kaestner, TA; von Westarp, F (2011): Recruiting Trends 2011. Bamberg & Frankfurt am Main.



# SmartItinerary: Vom Reisekunden zum Freund

**Mehmet Kilic, Susanne Schmidt-Rauch, Gerhard Schwabe**

Universität Zürich, Institut für Informatik, CH-8050 Zürich,

E-Mail: {kilic | schmidt | schwabe}@ifi.uzh.ch

## Abstract

Das Reisen ist seit je her eine der wichtigsten Beschäftigungen, über das man gerne und häufig diskutiert und darüber berichtet. In einem nutzerzentrierten Forschungs- und Entwicklungsprozess haben wir untersucht, wie Reisekunden beim Übergang vom Reisekunden zum Reisenden (Dokumentieren ihrer Reiseerfahrung) und vom Reisenden zum Freund (Teilen derselben im sozialen Netzwerk) in ihren Nutzungsbedürfnissen unterstützt werden können. Im SmartItinerary-Prototyp wird dafür ein Reiseziel als Ort mit zeitlicher Komponente konzipiert. Eine erste Evaluation mit 16 Testnutzern ist vielversprechend hinsichtlich des Nutzens und der Nutzbarkeit von SmartItinerary.

## 1 Einleitung

Klassische Reisebüros stehen immer häufiger mit dem Internet als Informations- und Buchungsplattform für Reisen in Konkurrenz [1]. War es vor ein paar Jahren noch ein Problem, Flüge und Hotels in den Reiseorten ausfindig zu machen und zu buchen, ist es heutzutage dank Internet und entsprechenden Websites ein Leichtes, diese Informationen selbständig zu finden. Die Online-Informationen können auf Anbieterseite zentral und schnell aktualisiert werden, Kunden haben die Möglichkeit, orts- und zeitunabhängig nach Reiseinformationen zu suchen. In Anbetracht dieser Entwicklung scheint es insgesamt sinnvoll, wenn sich Reisebüros den neuen Trends nicht verschließen und durch zusätzliche Dienstleistungen einen Mehrwert schaffen. Dies erscheint besonders deshalb sinnvoll, weil sonst Umsatzeinbußen drohen würden. Insbesondere die Kundenbindung scheint ein wesentlicher Erfolgsfaktor dabei zu sein. In der Phase der Kundenbindung befindet sich ein Reisekunde außerhalb geregelter Kundenkontakte und ist nur schwer durch entsprechende Loyalitätsprogramme etc. zu erreichen. Dabei durchläuft die Reise nach der Buchung folgende zwei Kontexttransitionen: (1) Vom Reiseplan zum Erfahrungsbericht (= Übergang vom kommerziellen Umfeld des Reisebüros in den sozialen Kontext des Erfahrungs-Teilens in einem sozialen Netzwerk wie hier am Beispiel Facebook), und (2) von „meiner Buchung“ zu „unser Gesprächsthema“ (= Übergang vom privaten Informationsraum in den öffentlichen Informationsraum). Unser Beitrag besteht in der Gestaltung dieser zwei Kontexttransitionen und in der Evaluation von SmartItinerary. Im Folgenden erläutern wir diesen Prozess. Auf der Systemebene eines neuen Dienstes, der nach der Buchung Reisekunden zur Verfügung stehen soll, müssen sowohl organisatorische als auch nutzergetriebene Zielstellungen

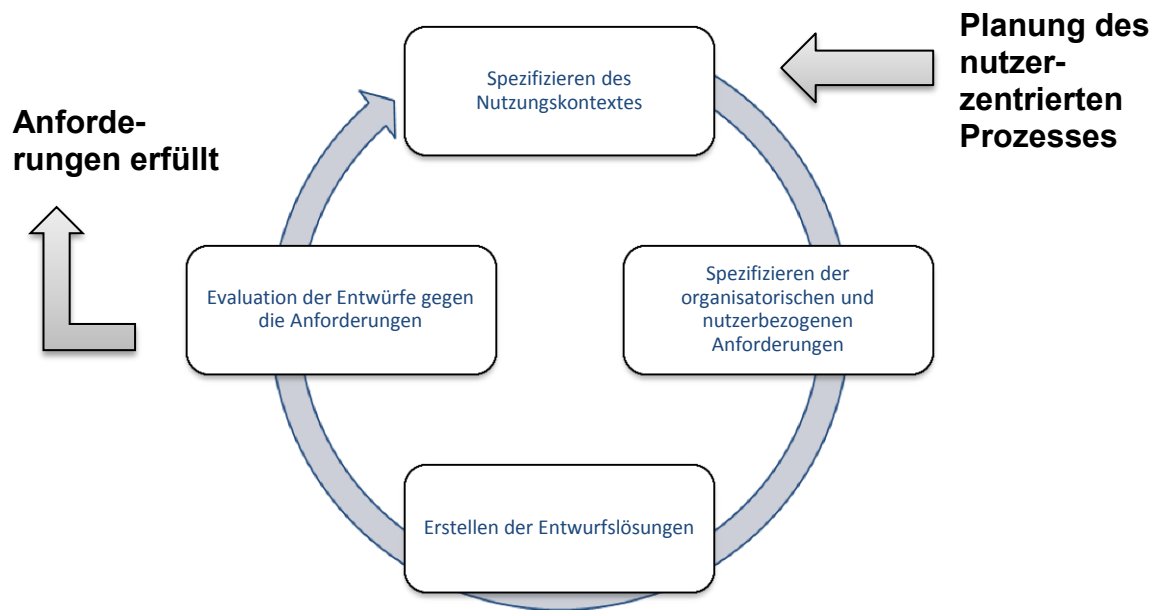
zusammen gebracht werden. Organisatorisch erscheint in diesem Bereich kein direktes Marketing möglich zu sein, um Kunden wieder oder neu zu erreichen; Facebook bspw. eignet sich nicht als Marketing-Werkzeug, wenngleich es dazu ausgebaut wurde [12]. Eine Chance für ein Reiseunternehmen kann es aber sein, die eigene Marke zu positionieren und zur Bekanntheit und Erinnerung beizutragen. Daher soll das Design-Konzept des vorliegenden Artikels organisatorisch das Ziel der *brand awareness* einschließen.

Üblicherweise decken die Prozesse in Reisebüros einen unvollständigen Kundenzyklus ab (Vor dem Kauf, Kauf, Nach dem Kauf [23]). Die Aktivitäten des Relationship Managements sind auf die Phase *nach dem Kauf* beschränkt. Die Phasen sind aus Kundensicht jedoch wesentlich differenzierter [17]. Ein Reisebürokunde beginnt einen Kundenzyklus normalerweise mit (a) einer vagen Idee, die er auf individuellem Weg pflegt, bis er (b) gezielter nach Informationen sucht und sich beraten lässt. Sind die Planungsaktivitäten rund um den Reisebürobesuch abgeschlossen, wird er (c) zur Buchung übergehen. Während der Reise (d) beginnt der Kunde bereits seine Urteile über Qualität von Produkten und Dienstleistungen zu fällen. Urteile werden dann zu Erfahrungsberichten, Bewertungen und anderen Arten von Feedback (e).

Die Dienstleistungslücken von Reisebüros sind vor allem während der Reise (d) und beim Einholen des Feedbacks (e) zu erkennen. Ein durchgängiger Service, welcher alle Phasen aus Kundensicht umfasst, kann Reisebüros einen Wettbewerbsvorteil schaffen. Insbesondere gegenüber E-Commerce-Anbietern, die stärker auf den Transaktionsfokus als den Kundenfokus setzen kann dies erfolgen. Möglichkeiten zur Unterstützung von der Ideenphase bis zur Buchungsphase wurden in einem laufenden Forschungs- und Entwicklungsprojekt - unterstützt durch den Systemprototyp *SmartTravel* - untersucht [13][18]. Ebenfalls untersucht wurde die Unterstützung durch Dienstleistungen während der Reise [17]. Der vorliegende Artikel setzt hier an und fokussiert folgende Phasen: von der Reise über das Dokumentieren der eigenen Erfahrungen (e), Teilen dieser Erfahrungen, so dass sie anderen Reisekunden als Ausgangspunkt (a) für ihren eigenen Kundenzyklus dienen können. Mit einer explorativen Forschungsausrichtung wurde in einem nutzerzentrierten Design- und Entwicklungsprozess der Systemprototyp *SmartItinerary* entwickelt, implementiert und evaluiert. Dies wird im Folgenden auf den drei Ebenen Organisation, Nutzer und System beschrieben. Eine Diskussion der Evaluation mit 16 potenziellen Nutzern und ein Ausblick schließen den Artikel.

## 2 Forschungs- und Entwicklungsprozess

Der Forschungs- und Entwicklungsprozess folgt dem Rahmen der Design Science [5]. Das Vorgehen beschreibt drei wesentliche Abschnitte, die den Prozess führen: (1) Identifizieren der organisatorischen Probleme, (2) Kreieren und Evaluieren von IT-Artefakten hinsichtlich der Lösung der Probleme in einem gegebenen organisatorischen Kontext und (3) Anwenden empirischer und qualitativer Methoden in einem „Build-and-Evaluate“-Zyklus, der normalerweise einige Male iteriert wird, bevor ein finales Design-Artefakt erstellt ist [5]. Dieser Forschungsrahmen wurde in dieser Arbeit mit dem User-centered Designprozess (UCD) (Bild 1, [7]) kontextualisiert.



**Bild 1:** Der nutzerzentrierte Design-Prozess

Dem UCD-Prozess folgend wird zunächst der Nutzungskontext spezifiziert. Hierbei sind die angesprochenen Nutzer junge und junggebliebene Freizeitreisende (die Zielgruppe unseres Industriepartners). Reisende haben bereits eine Produktkonfiguration in einem Reisebüro geplant und gebucht und verfügen somit über einen Reiseplan mit Produkten und Begleitinformationen. Diese Voraussetzung basiert auf dem zuvor in unterschiedlichen "Build-and-Evaluate"-Zyklen erstellten Systemprototyp *SmartTravel* für die Nutzung als Beratungsunterstützungswerkzeug (z.B. [18]) in Reisebüros.

Um uns auf Kernaspekte konzentrieren zu können, wenden wir die szenarienbasierte Entwicklung [15] aus dem Usability Engineering im UCD-Prozess an. Beginnend mit Problemszenarien (kurzen Geschichten) ist es möglich, auch mit technisch weniger versierten Nutzungs-Stakeholdern den Nutzungskontext zu überprüfen. Im weiteren Designverlauf ist es möglich, mit Aktivitäts-, Informations- und Interaktionsszenarien das Design zu diskutieren. Schliesslich können ein Low-Fidelity-Prototyp und später ein Systemprototyp das Design visualisieren und demonstrieren.

Die organisatorischen und nutzerbezogenen Anforderungen spiegeln hauptsächlich aufgabenbezogene, pragmatische Bedürfnisse bzgl. des Systems wider. Im Einklang mit unterschiedlichen Autoren, wird auch hier der Weg verfolgt, neben diesen pragmatischen Bedürfnissen auch die sensorischen Bedürfnisse bei der Systemnutzung zu befriedigen [10][9]. Aufgabenunabhängige (hedonische) Systemeigenschaften reichern die User Experience an [4]. Solche Aspekte in das Design einzuschliessen kann eine sinnvolle Entscheidung sein, insbesondere dann, wenn der Nutzungskontext derart emotional gefärbt ist wie das Reisen [6][2] und die Nutzung freiwillig ist. Das bisherige Verhalten bezüglich der Dokumentation und Kommunikation von Reiseerfahrungen, das Eingang in die Problemszenarien fand, wurde mit neun semi-strukturierten Kontextinterviews von 45 bis 60 Minuten Dauer aufgenommen. Zusätzlich fließen hier Analysen von aufgabenverwandten Systemen ein.

Die Entwurfslösung SmartItinerary wurde dann in zwei kleineren Zyklen erstellt. Der Low-Fidelity Prototyp wurde mit sechs potenziellen Nutzern anhand eines spezifischen Falles, wie in einem Aktivitätsszenario beschrieben, getestet. Die Erkenntnisse aus diesen Interview-artigen Tests flossen schliesslich in die Gestaltung des funktionalen Systemprototyps ein.

Die Evaluation gibt schliesslich Aufschluss darüber, ob das Design des Übergangs vom privaten in den öffentlichen Raum, vom kommerziellen zum sozialen Kontext Nutzerakzeptanz findet und liefert einen Ausgangspunkt für weitere, verfeinernde „Build-and-Evaluate“-Zyklen. Entsprechend dem explorativen Forschungsvorgehen [21] unterstützt dies das Vervollständigen des Bildes über den Nutzungskontext und assoziierte Problematiken [19].

### 3 Gestaltung der Kontexttransitionen

Nachfolgend werden die Designziele auf drei Ebenen beschrieben: auf der 1. Organisations-, der 2. Benutzer- und 3. der System-Ebene.

#### 3.1 Organisationale Ziele (OZ)

Für das Reisebüro erscheinen nach der Buchung die Aspekte der Kundenbindung und -gewinnung am interessantesten. In dieser Phase kann (noch) kein verkaufsorientierter Kundenkontakt stattfinden. Deshalb sollte die Kundenbindung durch zusätzliche (kostenlose) Services gestärkt werden. Für die Kundengewinnung ist zu berücksichtigen, dass insbesondere Reiseerinnerungen von Freunden einen Einfluss auf die eigene Reiseentscheidung haben [19]. In einer stark vernetzten, virtuellen Welt können Reiseerinnerungen eines Nutzers zu den Reise Wünschen eines anderen Nutzers werden. Reiseplanende beschreiben nutzergenerierte Inhalte von anderen Reisenden hauptsächlich als interessant, authentisch, aktuell und inspirierend [20]. Allerdings möchten Betrachter beim Stöbern in digitalen Reiseerinnerungen nicht durch Werbung gestört werden. Deshalb scheitert direkte Werbung von Reisebüros in dieser Situation [12]. Da Reiseerinnerungen früherer Reisender positiv wahrgenommen werden, kann ein Reisebüro die Chance auf Neukundengewinnung erhöhen, wenn sie eine entsprechende Infrastruktur bereitstellt.

Daraus ergeben sich folgende zwei organisationalen Ziele: 1. unauffällige Präsentation der Marke, um durchgängig über den Kundenzyklus präsent zu sein (OZ 1), 2. Fördern der Sozialisierung der Reisekunden untereinander und mit potenziellen Neukunden (OZ 2).

#### 3.2 Ziele auf Nutzerebene (NZ)

Den Kontextinterviews zufolge würden Reisende zum einen ihre Reise gerne als Erinnerung dokumentieren. Zum anderen nutzen sie soziale Netzwerke bereits dafür, Reisefotos und Statusupdates während und nach der Reise zu veröffentlichen. Dieses Nutzerverhalten spiegelt das Bedürfnis wider, Reiseinformationen während und nach der Reise aufzubereiten und auch zu teilen. Dabei sind insbesondere die oben genannten zwei Kontexttransitionen erkennbar, die im Design beachtet werden müssen.

Bei der *ersten Transition* vom Reiseplan zum Erfahrungsbericht ist es das Ziel, aus dem kommerziell entstandenen Reiseplan einen persönlichen, mit Erinnerungen und Emotionen gefärbten Erfahrungsbericht zu gestalten (NZ 1: Transition von Reiseplan nach Erfahrungsbericht unterstützen). Der im Reisebüro erstellte Reiseplan ist zwar individuell, der bietet aber keinerlei Möglichkeiten zur Erweiterung mit persönlichen Erinnerungen und Emotionen. Darüber hinaus

wird die Reiseroute als Liste oder auf einer statischen Karte dargestellt, was nicht den dynamischen Charakter einer Reise widerspiegeln kann.

Hierbei stellt sich die Frage, um welche Informationen der Reiseplan erweitert werden können sollte und wie diese Informationen (visuell) dargestellt werden sollten [19]. Fotos, welche die Highlights der Reise zeigen, dienen sowohl zur Erinnerung als auch zum Teilen der Erfahrung mit anderen [22]. Fotokommentare verstärken den Eindruck noch [19]. Somit stellen Fotos mit Kommentaren einen Hauptbestandteil im Informationsmodell dar. Online-Reiseberichte enthalten neben Bildern auch stets eine Reiseroute, visualisiert auf einer Landkarte, und Texte, welche die Reiseroute, die Erfahrungen und Emotionen beschreiben [14]. Manche Reiseberichte enthalten auch kurze Videosequenzen oder Audioaufnahmen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Informationsmodell zusätzlich zu den Informationen aus dem Ausgangsreiseplan die Reiseroute, Fotos, Fotokommentare, Texte und eventuell Video- und Audioaufnahmen umfassen sollte. Somit wird der Erfahrungsbericht als umfassende Sammlung von allen Reiseinformationen verstanden.

Bei der *zweiten Transition* vom privaten Erfahrungsbericht zu „unser Gesprächsthema“ ist es das Ziel, den Reisenden beim Veröffentlichen seines Erfahrungsberichts zu unterstützen (NZ 2: Transition von privaten Informationen zu öffentlichen Informationen unterstützen).

Deshalb muss es für den Reisenden sehr einfach sein, Informationen aus seinem Erfahrungsbericht zu veröffentlichen. Dabei gilt es, die Privatsphäre des Reisenden ausreichend zu schützen (z.B. [16]). Sicherlich ist nicht jede Information aus dem privaten Erfahrungsbericht für die Öffentlichkeit gedacht bzw. interessant. Deshalb sollte unterschieden werden können, für welche Zielgruppe welche Informationen überhaupt relevant sind. Für jemanden der beabsichtigt, die gleiche oder eine ähnliche Reise durchzuführen sind sicherlich Informationen wie Fotos von bestimmten Standorten oder die geschilderten Erfahrungen von Bedeutung. Dagegen sind private Fotos, auf denen Personen zu sehen sind nur für enge Freunde, nicht aber für bspw. die Eltern oder die gesamte Öffentlichkeit bestimmt sind. Deshalb sollte der Nutzer, auch zum Schutz der Privatsphäre, selektiv auswählen können, mit wem er welche Information teilen möchte.

### 3.3 Ziele auf Systemebene (SZ)

Das übergeordnete Ziel auf der Systemebene ist es, die technische Basis zur Erfüllung der auf Organisations- und Nutzerebene aufgestellten Anforderungen bereitzustellen.

Damit der Reisende die Möglichkeit hat, fortwährend den Erfahrungsbericht anzureichern und zu teilen muss er von überall aus Zugang zur Anwendung haben (SZ1: Interoperabilität).

Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass SmartItinerary im Gegensatz zum Beratungsunterstützungswerkzeug SmartTravel kein primäres Medium sein kann. Es steht hinter der Reise selbst zurück. Diese Eigenschaft hat SmartItinerary mit mobilen Applikationen gemeinsam [25][3]. In Anbetracht seines Kontextes (auf Reisen), spricht dies für ein mobiles Systemdesign aus der Klasse der applikationsorientierten Dienste im Sinne der individuellen Anwendungen (Terminplanung, Aufgabenliste etc.) [8]. Jedoch beziehen sich konkrete mobile Applikationen jeweils auf genau eine Aufgabe bzw. eine Transition von Informationen. Auch mobile soziale Software [11] fokussiert nur die eine Aufgabe der Teilnahme an sozialen Netzwerken, die prinzipiell das Konzept der Person, nicht aber das Konzept der Reisedestination mit den erfahrungsgetriebenen Begleitinformationen kennen.

Im Folgenden wird erläutert, ob schon existierende Anwendungen die Anforderungen ausreichend erfüllen könnten.

Zur Dokumentation der Reiseroute kommen Routenplaner in Frage. Routenplaner wie Google Maps dienen primär zur Berechnung der Route(n) zwischen zwei oder mehr Standorten und der Darstellung auf einer Landkarte. Darüber hinaus ist es bei Google Maps möglich Fotos auf Panoramio hochzuladen und diese mit Standorten zu verknüpfen. So könnte eine Reiseroute visuell dargestellt und mit Fotos versehen werden. Allerdings fehlen diesen Systemen wesentliche Eigenschaften. So ist es nicht möglich Orte mit privaten Informationen bzw. Annotationen zu versehen. Außerdem sind hochgeladene Fotos öffentlich und können nicht privat gehalten werden. Die Möglichkeit zum Teilen einer Reise ist nicht vorhanden. Somit eignen sich Routenplaner nicht dazu eine Reiseerfahrung zu dokumentieren.

Zum Teilen der Reiseerfahrung kommen soziale Netzwerke wie Facebook in Frage. Gerade dann, wenn man berücksichtigt, dass das Teilen von Reiseerfahrungen bereits vielfach praktiziert wird [19]. Facebook allerdings umfassend für das genannte Vorhaben einzusetzen scheitert. Reisefotos werden auf der Pinnwand lose, ohne Verbindung zu einer Reiseroute publiziert. Im Laufe der Zeit gehen diese unter der Masse der anderen Posts unter. Auch wenn die Fotos in Alben organisiert werden würden, fehlt jeglicher Bezug zu einem Ort. Darüber hinaus besteht keine Möglichkeit, die Reise als ein Gesamtkonstrukt in Facebook zu (re-)präsentieren. Außerdem fehlt es bei beiden Lösungsalternativen an der Möglichkeit die bereits im Reisebüro geplante und gebuchte Reise quasi „zu importieren“.

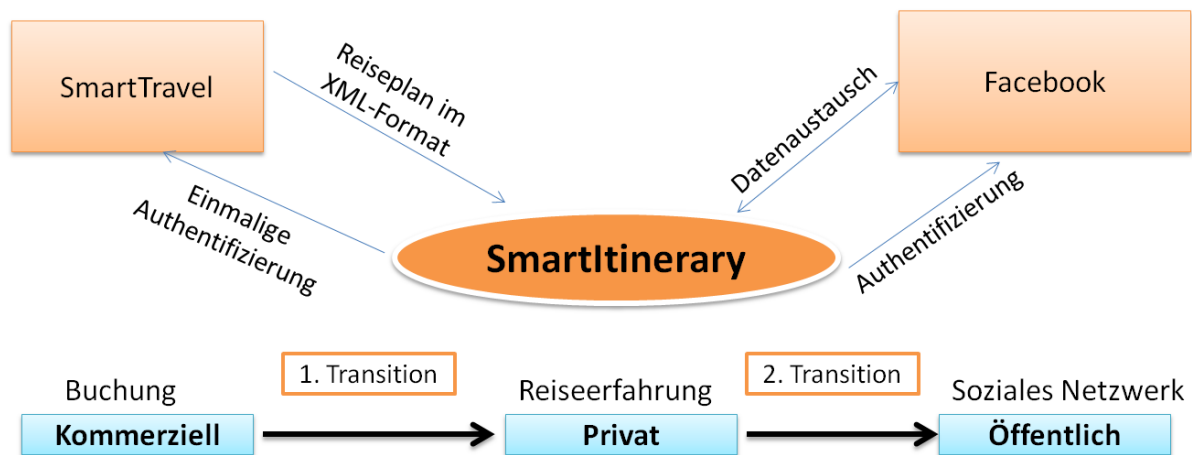
Somit fehlen jeder Lösungsalternative für sich wesentliche Merkmale, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Die hier vorgeschlagene Lösung verwendet eine Kombination der beiden Lösungsalternativen als Basis für den Prototyp. Dieser Entwicklungsprozess wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

## 4 SmartItinerary

In Bild 2 ist die Architektur von SmartItinerary dargestellt. Der unter Nutzung von SmartTravel [13] erstellte Reiseplan wird, nach der Authentifizierung (die Zugangsdaten werden vom Reisebüro bereitgestellt) in SmartItinerary eingelesen. Diese Daten werden verarbeitet und in einer lokalen Datenbank bei den Nutzerdaten abgelegt. Dies stellt die Basis für alle weiteren Informationen bzw. Annotationen zum digitalen Reiseplan dar. Um das Teilen im sozialen Netzwerk zu ermöglichen, wurde eine Anbindung an Facebook<sup>1</sup> unter Verwendung der Facebook API implementiert.

---

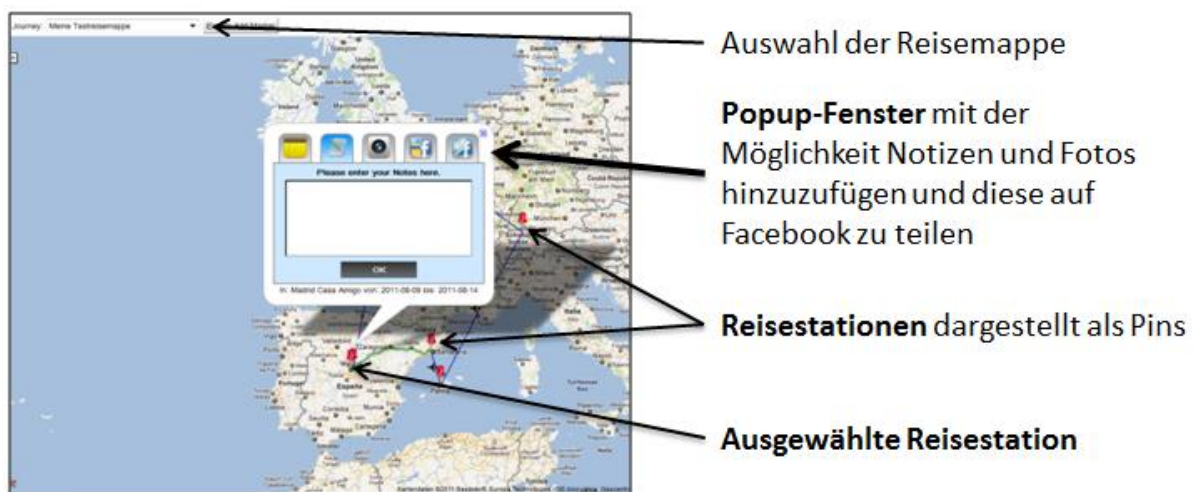
<sup>1</sup> Die Anbindung an weitere soziale Netzwerke ist vorstellbar.



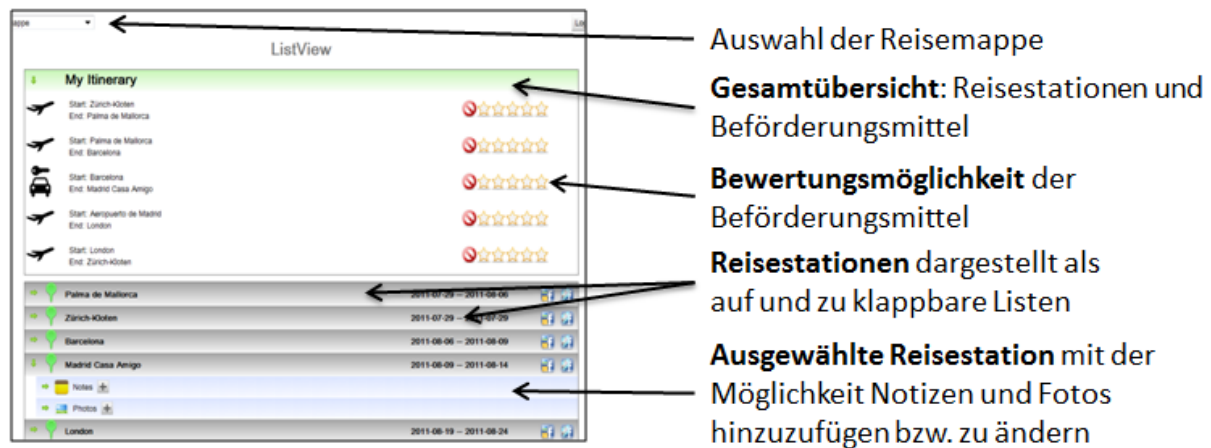
**Bild 2: SmartItinerary-Systemarchitektur mit Transitionen**

Zur Erleichterung des Zugangs zur Anwendung (SZ1), wurden bei der Implementierung des Prototyps Internettechnologien eingesetzt, was eine breite Anwendbarkeit ermöglicht. Außerdem wurden Web 2.0-Technologien, wie Javascript und asynchrone Aufrufe verwendet. Als Javascript-Framework wird das Google Web Toolkit (GWT) verwendet. Dies ermöglicht die einfache Erweiterung der Anwendung um weitere, bspw. für Smartphones oder Tablets optimierte Ansichten.

Da Reisende digitale Kartensysteme als besonders hilfreich empfinden, um ihre Reise insgesamt visuell zu erfassen [20] (geographischer Ablauf einer Reise), eine Reise aber gleichzeitig auch immer eine zeitliche Dimension hat (chronologischer Ablauf einer Reise), benötigt ein Nutzer zwei Sichten auf seine Reise. Diese Sichten lassen sich auf einer digitalen Karte vereinen (z.B. anwählbare Stecknadeln, die das Datum der Reisestation enthalten) oder getrennt voneinander nutzen (Karte für geographischen Zusammenhang, Listenansicht für Chronologie). Die einzelnen Reisestationen auf der Karte bzw. in der Listenansicht können durch Annotationen erweitert werden. Im Prototyp stehen dazu Notizen, Fotos und Fotokommentare zur Verfügung (NZ1, OZ2).



**Bild 3: Kartenansicht**



**Bild 4:** Listenansicht

Die Listenansicht ist in zwei Bereiche aufgeteilt. Dabei ist die Übersicht und Bewertungsmöglichkeit der Beförderungsmittel von der Annotationsmöglichkeit der Reiseziele getrennt.

Nach der Authentifizierung auf Facebook können einzelne Fotos mit entsprechenden Kommentaren und Fotoalben publiziert werden (UZ2, OZ2).

## 5 Evaluation

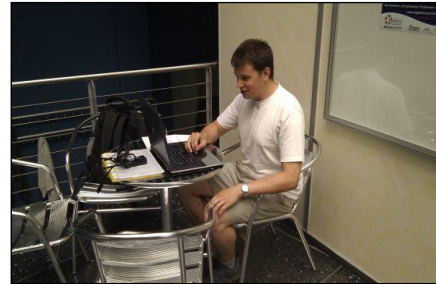
Der funktionale Prototyp wurde mit 16 potenziellen Nutzern unter Verwendung eines für den Test standardisierten Reiseplans evaluiert. Die Testpersonen waren über verschiedene Altersgruppen (20-55 Jahre) verteilt, wobei 75% (12 Personen) der Hauptzielgruppe der 20-30 Jährigen angehörten. Insgesamt nutzen 87% (14 Personen) der befragten Testkandidaten Facebook. Von 16 Personen waren sechs weiblich.

Die Evaluation erfolgte unter Berücksichtigung der aufgestellten Designziele. Die organisationale Ebene tritt dabei in den Hintergrund, da sie im Gegensatz zur Nutzer- und Systemebene nur langfristig prüfbare Ziele enthält. Auf der Nutzerebene ist insbesondere die von den Nutzern wahrgenommene Nützlichkeit und Nutzbarkeit von Interesse sowie die freiwillige Nutzung fördernde Aspekte wie die Qualität von nicht-aufgabenbezogenen Eigenschaften (Nutzungsfreude) [4]. Dies soll in einer Nutzungsintention [24] kulminieren, die als bester Prädiktor für die tatsächliche Nutzung gilt [24]. Die Systemnutzung ist schließlich insgesamt die Voraussetzung dafür, dass Mechanismen zur Förderung der brand awareness (OZ1) und der Förderung der Sozialisierung (OZ2) greifen können. Daher wird die Evaluation auf Nutzerebene (und in Abhängigkeit davon auf Systemebene) fokussiert.

Der Testablauf war wie folgt: (1) Briefing und kurze Einführung in die Bedienung, (2) Bearbeitung des Aufgabenblattes, (3) Ausfüllen des Fragebogens, (4) Freies Interview. Beim Briefing wurde den Testpersonen erklärt, dass sie eine Europareise in einem Reisebüro unter Nutzung des Beratungsunterstützungswerkzeugs SmartTravel gebucht haben. Um den Testpersonen das Hineinversetzen in die einzelnen Reiseorte zu vereinfachen, wurden die Tests in einer entspannten und gemütlichen Atmosphäre durchgeführt (Bild ). Fotos (Sehenswürdigkeiten, Hotelzimmer, Pools, Partys) von den jeweiligen Reiseorten wurden für die Probanden vorbereitet. Die einzelnen Reisestationen waren: Zürich, Palma de Mallorca, Barcelona, Madrid und London.



Die Teilnehmer erhielten dann eine Einführung in die drei Aufgabenbereiche (vor, während und nach der Reise). Jeder Aufgabenbereich enthielt zwei bis drei obligatorische Aufgaben (wie „lade bitte Reisefotos in SmartItinerary hoch“ oder „schreibe Notizen zu einer beliebigen Lokation“). Während der Bearbeitung der Aufgaben wurden die Kandidaten beobachtet. Nach der Erledigung der Aufgaben füllten die Probanden den Fragebogen aus und wurden abschließend über ihren Eindruck insgesamt befragt.



**Bild 5: Testumgebungen für SmartItinerary-Tester**

Die Benutzbarkeit (Usability) ist für eine Anwendung wie SmartItinerary sehr wichtig, da die Benutzung auf freiwilliger Basis erfolgt und sie nicht genutzt wird, wenn sie nicht intuitiv zu bedienen ist. Der UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)-Fragebogen [24] bietet entsprechende Konstrukte, die einen Einfluss auf die wahrgenommene Benutzbarkeit haben können. Das wichtigste Konstrukt dabei ist die Nutzungsintention, die der stärkste Prädiktor für die Nutzung ist, bevor eine tatsächliche Nutzung wie im vorliegenden Fall vorhanden ist.

Die entsprechenden Fragen wurden auf einer siebenstufigen Likert-Skala eingeschätzt.

Da der Kontext von SmartItinerary die emotionale Färbung der Reise selbst enthält, sollte die Applikation die Vorfreude, den realen Genuss der Reise oder die Erinnerungsfreude nicht stören und bedarf so auch einer entsprechenden Qualität hinsichtlich der nicht-aufgabenbezogenen Eigenschaften. Diese können in der Dimension der Stimulationsqualität und der Qualität der transportierten Identität mit dem Attrakdiff2-Instrument gemessen werden [4]. Dabei wird jedes dieser Konstrukte durch sieben Adjektivpaare in einem semantischen Differenzial abgefragt. Zwischen den zwei gegenteiligen Adjektiven kann dann auf einer siebenstufigen Likert-Skala angegeben werden, welches Wort aus Nutzersicht eher auf die erlebte Nutzung passt. Die Stimulationsqualität (HQ-S) gibt dabei an, inwieweit neuartige, interessante und anregende Inhalte oder Funktionalitäten zum Nutzererlebnis beitragen [4]. Die hedonische Qualität der Identität (HQ-I) spiegelt den Grad wider, zu dem ein Nutzer in der Lage ist, sich mit der Applikation zu identifizieren und sich selbst in einer bestimmten Identität zu kommunizieren (z.B. professionell). Im Attrakdiff2-Fragebogen werden diese zwei hedonischen Konstrukte durch die traditionelle Usability-Sicht in Form der pragmatischen Qualität (PQ) ergänzt.

Neben den standardisierten Konstrukten von UTAUT und Attrakdiff2 wurden auch Aussagen und die Zustimmung der Nutzer auf einer siebenstufigen Likert-Skala zu weiteren Aspekten der Nutzung (z.B. „Ich kam sehr schnell zum Ergebnis“ und „Ich kam zu einem sehr guten Ergebnis“) in den Fragebogen aufgenommen.

Beobachtungsergebnisse und Angaben aus den Interviews reichern im Folgenden die Auswertung der standardisierten Fragen an.

## 5.1 Ergebnisse

Insgesamt konnten alle Teilnehmer die ihnen gestellten Nutzungsaufgaben lösen und gaben an, dies auch sehr schnell ( $\bar{x}$  5,8) und sehr gut ( $\bar{x}$  5,6) zu können. „Das war ja einfach“ bestätigt ein Teilnehmer die Einfachheit beim Publizieren seiner Reise in Facebook. Alle Testnutzer können es sich vorstellen, Smartltninary vor, während und nach der Reise zu nutzen und würden Smartltninary anderen Anwendungen bevorzugen. Insgesamt (inklusive der Frage zur ausschliesslichen Nutzung: „Ich würde nur noch mit Smartltninary reisen wollen“) geben die Testnutzer eine moderat-positive Nutzungsabsicht an ( $\bar{x}$  4,8). Dabei konnte kein Unterschied zwischen den Ergebnissen der Hauptzielgruppe und der übrigen Testpersonen festgestellt werden.

Zielsetzung bei der Evaluation auf Nutzerebene ist es festzustellen, ob die Transitionen, wie in den Designzielen definiert, gut unterstützt wurden und die freiwillige Nutzung ausreichend gefördert wurde. Die Testnutzer empfanden die Nutzung sehr spannend ( $\bar{x}$  HQ-S = 5,5), insbesondere schätzen sie die Nutzung als sehr innovativ ( $\bar{x}$  6,0) und neuartig ( $\bar{x}$  5,9) ein. „Wäre cool, wenn Smartltninary zur gebuchten Reise dazukommen würde“, weist ein Testnutzer in die Zukunft. Auch die Möglichkeit der Identifikation mit dem System empfinden die Testnutzer als sehr hoch ( $\bar{x}$  HQ-I = 5,5). Sie empfinden Smartltninary besonders vorzeigbar ( $\bar{x}$  6,1) und wertvoll ( $\bar{x}$  5,7). Auf gleichem Niveau sehen die Nutzer auch die pragmatische Qualität der Anwendung ( $\bar{x}$  PQ = 5,5).

### *NZ1: Transition von Buchung zu Erfahrungsbericht unterstützen*

Die Testteilnehmer haben durchweg sehr schnell verstanden, dass die Reiselokationen als Ablage für weitere Informationen dienen. Aufgaben wie „schreibe eine Notiz“ oder „lade ein Foto hoch“ wurden fast doppelt so schnell gelöst, wie vorgesehen war. Drei Nutzer gaben an, dass sie so gerne - wie in Smartltninary vorgesehen - ihre Fotos von einem Reiseziel sichern würden. Andere empfanden die Notizfunktion für die wichtigsten Erinnerungen als sehr hilfreich. Interessant war es zu erfahren, dass drei Nutzer Smartltninary nur aufgrund dieser Funktion auch ohne Anbindung an Facebook nutzen würden: „so könnte ich alle Reisen als Erinnerung festhalten“. Die Kartenansicht stieß durchweg auf positive Resonanz: „die geografische Sicht ist wirklich super“. Als hilfreich wurde auch die Möglichkeit, die Reiseroute dynamisch anzupassen und um weitere Reiselokationen zu erweitern empfunden.

### *NZ2: Werkzeuge zur Veröffentlichung von Teilen des Erfahrungsberichts*

Die Anbindung an Facebook und das integrierte Veröffentlichen mancher Fotos aus dem Erfahrungsbericht stieß ebenfalls auf sehr positive Resonanz. Sechs Probanden waren überrascht, wie einfach der Facebook-Upload funktionierte: „der Upload ist einfach zu bedienen, erklärt sich von selbst“, teilt uns ein Testnutzer mit. In Anbetracht dieser Einfachheit wünschen sich die Testnutzer die Anbindung an weitere soziale Netzwerke.

Bei den geführten Interviews wurde mehrfach der Wunsch nach einer Smartphone-Version geäußert. Es gibt Nutzer, die Schnappschüsse mit ihrem Smartphone aufnehmen und direkt nahtlos in Smartltninary ablegen möchten. Die technologische Entscheidung auf GWT ist dieser Erweiterung zuträglich.

## 6 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir eine Lösung dargestellt, wie der Reise-Kundenzyklus geschlossen, die Reiseerfahrung dokumentiert und geteilt werden kann. Die Designziele wurden auf der 1. Organisations-, der 2. Benutzer- und 3. der System-Ebene beschrieben. Unter Verwendung des UCD ist unter Berücksichtigung der Designziele ein erster funktionaler Prototyp entstanden, der durch 16 Testpersonen evaluiert wurde. Die Evaluation hat gezeigt, dass der Übergang vom Reisekunden zum Freund mit der dargestellten Lösung erreicht werden kann und der Mehrwert dieser Lösung die Testpersonen erreichte. Ein folgender UCD-Zyklus, der zu einer weiterentwickelten Version von SmartItinerary führt, sollte nun die langfristige Überprüfung der organisationalen Ziele enthalten.

Der vorgestellte Ansatz kann darüber hinaus eine Reihe weiterer Social-Media Ansätze verfolgen. Denkbar ist z.B. eine semiautomatische Erstellung eines Reiseberichts in Form eines Blogs oder Fotobuchs (Erweiterungen von NZ1) und die kooperative Bearbeitung einer Reiseroute mit Freunden oder Familienmitgliedern (Erweiterung von NZ2). Der Einbezug von aktuellen ortsbasierten Daten (Sehenswürdigkeiten, Restaurants etc.) könnten in der Zukunft zu den Dokumentationseigenschaften des Designs auch Planungseigenschaften ergänzen, die wiederum der kooperativen Bearbeitung der Reiseroute zuträglich wären (ein Facebook-Freund empfiehlt bspw. drei Restaurants während der SmartItinerary-Nutzer auf der Reise ist).

## 7 Literatur

- [1] Buhalis, D., Licata, C., (2002): The future of eTourism intermediaries, *Tourism Management*, Vol.23(3), pp.207-220.
- [2] Decrop, A.; Snelders, D. (2004): Planning the Summer Vacation – An Adaptable Process. *Annals of Tourism Research*, 31(4), 1008-1030.
- [3] Geven, A.; Sefelin, R.; Höller, N.; Tscheligi, M.; Mayer, M. (2008): Always-on Information - Services and Applications on the Mobile Desktop. *Proc. of Mobile HCI'08*.
- [4] Hassenzahl, M.; Burmester, M.; Koller, F. (2003): Attrakdiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In: *Tagungsband der Mensch & Computer 2003*, 187-196.
- [5] Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design Science in Information Systems Research. *MISQ*, (28)1, 75-105.
- [6] Hyde, K.F. (1999): A Hedonic Perspective on Independent Vacation Planning, Decision-Making and Behaviour. *Consumer Psych. of Tourism, Hospitality and Leisure*, 177-191.
- [7] International Organization for Standardization (2010): ISO 9241-210 - Ergonomics of human-system interaction.
- [8] Keuper, L.; Electronic Business und Mobile Business; Gabler Verlag; 1. Aufl. (2002); S.7.
- [9] Lam, J.C.Y.; Lee, M.K.O. (1999): A Model of Internet Consumer Satisfaction: Focusing on the Web-site Design. *Proc. of the 5th AMCIS*, 526-528.
- [10] Lohse, G.L.; Spiller, P. (1999): Internet Retail Store Design: How the User Interface Influences Traffic and Sales. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 5(2).

- [11] Lugano, G. (2007): Mobile Social Software: Definition, Scope and Applications; *Proceedings of eChallenges*.
- [12] Maurer, C.; Wiegmann, R. (2011): Effectiveness of Advertising on Social Network Sites: A Case Study on Facebook. *Inform. and Comm. Techn. in Tourism*, Springer, 485-498.
- [13] Novak, J.; Schwabe, G. (2009): Designing for reintermediation in the brick-and-mortar world: Towards the travel agency of the future, *Electronic Markets*, 19(1).
- [14] Reiseberichte aus aller Welt. <http://www.reiseberichte.com>. Abgerufen am 20.10.2011.
- [15] Rosson, M. B.; Carroll, J. M. (2002): *Usability engineering: scenario-based development of human-computer interaction*. Morgan Kaufmann.
- [16] Sadeh N.; Hong J.; Cranor L.; Fette I.; Kelley P.; Prabaker M.; Rao J (2009): Understanding and capturing people's privacy policies in a mobile social networking application. *Personal and ubiquitous computing*, 13(6), 401-412.
- [17] Schmidt-Rauch, S.; Keller, M.; Schwabe, G. (2010): Continuous Service: Mobile Services for Travel Counseling. *Proceedings of ICMB*.
- [18] Schmidt-Rauch, S.; Schaer, R.; Schwabe, G. (2010): From Telesales to Tele-Advisory Services in Travel Agencies. *Proceedings of ICIS*, Paper 131.
- [19] Sharda, N. (2009): Tourism Informatics: Visual Travel Recommender Systems, Social Communities, and User Interface Design. *Information Science Reference*.
- [20] Springfield, C. (2009): Tourismus 2.0; *Diplomica Verlag*.
- [21] Stebbins, R. A. (2001): Exploratory Research in the Social Sciences. *Sage Publications*.
- [22] Urry, J. (1990): The tourist gaze: Leisure and travel in contemporary societies. *London: Sage Publications*.
- [23] Werthner, H.; Ricci, F. (2004): E-Commerce and Tourism. *Commun. of the ACM*, 47(12).
- [24] Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B.; Davis, F. D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward A Unified View. *MISQ*, 27(3), 425-478.
- [25] Venkatesh, V.; Ramesh, V.; Massey, A.P. (2003): Understanding Usability in Mobile Commerce, *Comm. of the ACM*, 46(12), 53-56.

# Videoannotationen auf dem Prüfstand – Evaluation, Bewertung und Erweiterung von YouTube Videoanmerkungen

**Peter Schultes**

Universität Passau, Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik II, 94032 Passau  
E-Mail: schult16@stud.uni-passau.de

## Abstract

YouTube-Videos bringen eine enorme Fülle weiterer Nutzerinhalte hervor: Bewertungen, Favoriten, Kommentare und auch Videoanmerkungen sind mittlerweile essentieller Bestandteil von YouTube. Im Fokus dieser Arbeit steht das Thema Videoanmerkungen. Wie nutzen YouTuber Videoanmerkungen, wie werden diese von der Community akzeptiert und welchen Mehrwert sehen Nutzer in diesem Feature? Zur Beantwortung dieser Fragen wurde im Zeitraum 10.06. bis 31.08.2011 eine Onlinebefragung durchgeführt. Das Nutzerverhalten sowie eine erste Ursachenanalyse werden eingehend erläutert. Im Anschluss daran werden Maßnahmen zur Akzeptanzverbesserung von Videoanmerkungen erörtert, die sich unmittelbar aus den Ergebnissen der Umfrage ableiten.

## 1 Einleitung

Im Mai 2011 feierte YouTube seinen sechsten Geburtstag und das mit einer eindrucksvollen Zahl: 3.000.000.000 Videoaufrufe<sup>1</sup> - wer glaub, dies wäre die Summe der Aufrufe im letzten Jahr, der irrt, denn so viele waren es gerade einmal während des gestrigen Tages. Im Durchschnitt haben wir dabei 15 Minuten auf den Seiten von YouTube verbracht (siehe [24]). Onlinevideos scheinen mehr und mehr das klassische TV-Programm zu verdrängen. Insbesondere wenn man bedenkt, dass YouTube längst nicht mehr ausschließlich nutzer-generierte Videos anbietet, sondern auch mehr und mehr professionelles Material.

Nach wie vor sind aber nutzergenerierte Videos der Hauptbestandteil von YouTube. Neben Videos bietet YouTube noch weitere Möglichkeiten zum „Zeitvertreib“: Registrierte Nutzer können beispielsweise die Kanäle der anderen Nutzer einsehen, Videos bewerten und weiterleiten oder auch Kommentare verfassen. Diese sekundären Nutzerinhalte haben sich stark in der Nutzergemeinde etabliert und sind fester Bestandteil von Videoportalen. Vor allem Kommentare werden in enorm großer Anzahl erstellt. Nach eigenen Messungen<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Laut Search Engine Watch, <http://searchenginewatch.com/article/2073962>

<sup>2</sup> Die Messungen wurden automatisiert mit Hilfe der Google-Data-API durchgeführt. Im Fokus standen aktuelle YouTube-Videos aus den vorgeschlagenen Rubriken

werden zu beliebten YouTube-Videos zwischen 500 und 1000 Kommentare täglich erstellt. Neben Kommentaren bietet YouTube seit 2008 ein Feature mit dem Namen „Videoanmerkungen“ an. Darunter versteht YouTube graphische Formen, die zu vorher festgelegten Zeitpunkten im Video für eine bestimmte Anzeigedauer auftauchen. Zur Verfügung stehen derzeit (Stand August 2011) die Formen „Textbox“, „Sprechblase“ und „klickbarer Rahmen“ sowie ein Titelement, das bei Mauseintritt eingeblendet wird (siehe [25]). Alle drei Formen können mit Text ausgestattet und nach Belieben formatiert werden. Neben inhaltlichen Erweiterungen werden Videoanmerkungen oft zur Verlinkung mehrerer Videos verwendet. Denn für jedes Element kann der Nutzer die Adresse eines Zielvideos angeben, welches bei Klick dann geöffnet wird. Der Trend hinzu dieser neuen Form von Nutzerinhalten ist nicht nur auf YouTube spürbar, auch auf anderen beliebten Seiten im Web 2.0 -Umfeld werden ähnliche Funktionen angeboten: So steht dem Nutzer beispielsweise auf flickr die Funktion „image notes“ zur Verfügung<sup>3</sup>. Hier können Bereiche in einem Bild markiert und mit Hintergrundinformationen angereichert werden. Andere Nutzer sehen die Kommentare, sobald sie mit der Maus in einen markierten Bereich eintreten. Noch weit mehr Möglichkeiten bietet Google Maps mit dem Feature „My Map“. Angemeldete Nutzer haben hier die Möglichkeit, die bereitgestellten Karten mit Hinweisen zu Gebäuden, interessanten Orten oder empfehlenswerten Routen auszustatten (siehe [21]). Nutzer-annotationen, die neben Text auch graphischen Inhalt haben oder in einem graphischen Kontext eingebettet sind scheinen immer beliebter zu werden.

Textuelle Inhalte (wie Kommentare) stellen somit nur einen Teil der Möglichkeiten dar, die moderne Web 2.0 Plattformen wie YouTube seinen Nutzern bieten. Im Fokus dieser Arbeit stehen die YouTube Videoanmerkungen. Wird dieses neue Feature von den Nutzern als Partizipationsmöglichkeit akzeptiert? Wie denken Nutzer über Videoanmerkungen? Und welche möglichen Erweiterungen ergeben sich aus dem Feedback der Nutzer? Zur Beantwortung dieser haben wir Mitte 2011 eine Onlinebefragung durchgeführt, an der sich 95 YouTube Nutzer beteiligten. Die Ergebnisse werden in den nun folgenden Kapiteln eingehend erläutert. Im Anschluss daran werden Maßnahmen zur Optimierung von Videoanmerkungen vorgestellt, die sich aktuell noch in der Realisierungsphase befinden und im Anschluss mit Hilfe von Experimenten evaluieren werden.

## 2 Nutzergenerierte Sekundärinhalte

Im Fall von YouTube ist die hohe Relevanz von nutzergenerierten Sekundärinhalten schnell ersichtlich: Zum Einen rufen Sekundärinhalte monetäre Effekte hervor. Beispielsweise hat YouTube 2010 geschätzte 945 Millionen Dollar Umsatz erzielt<sup>4</sup>. Sicherlich der Löwenanteil ist Werbeeinnahmen gutzuschreiben, die während dem durchschnittlich 15 Minuten langen YouTube-Aufenthalt eines jeden Nutzers entstanden sind. Würde nun die Darstellung geeigneter Sekundärinhalte die durchschnittliche Aufenthaltsdauer um eine Minute erhöhen, hätte dies unmittelbare Auswirkungen auf den Umsatz, da entsprechend mehr bzw. länger Werbeeinblendungen stattfinden. Neben dem Umsatz beeinflussen Sekundärinhalte vor allem die Art und Weise, wie wir den Videoinhalt (sprich den Primärinhalt) aufnehmen. Bei einer aktuellen Studie (siehe [22]) gaben beispielsweise 12% der befragten Nutzer an,

<sup>3</sup> Die technischen Grundlagen sind auf <http://www.fotonotes.net> einsehbar (Abgerufen am 01.08.2011)

<sup>4</sup> Schätzung entnommen aus MYCUBE unter <http://blog.mycube.com/?p=108> (Abgerufen am 01.08.2011)

sie besuchten YouTube, um Kommentare für Videos zu verfassen. Sekundärinhalte können als Wertsteigerung der primären Inhalte wahrgenommen werden oder gar ein völlig neues Erlebnis hervorrufen, was der Trend hinzu „Social TV“ erkennen lässt. Bei diesem aktuellen Forschungs- und Entwicklungsthema dreht sich alles um die Kombination von audiovisuellen Daten mit sozialen Kommunikationselementen. Passiver Videokonsum scheint nicht mehr zeitgemäß, Video wird immer mehr zum sozialen Event – auch oder gerade eben in verteilten Umgebungen. Diese Einschätzung teilt zumindest das MIT: In ihrem technology report von 2010 (siehe [23]) landete das Thema social television unter den zehn wichtigsten Zukunftstechnologien. Ohne nutzergenerierte Sekundärinhalte wäre diese Entwicklung nicht denkbar, schließlich sind es eben diese Daten, die den Unterschied zum traditionellen Video ausmachen.

### 3 Verwandte Arbeiten

Interaktivität stellt eine häufig genutzte Eigenschaft von YouTube-Videoanmerkungen dar. Mit dem Thema „interaktives Video“ setzen sich eine ganze Reihe an Forschungsarbeiten auseinander, die großen Einfluss auf die Erstellung unseres Prototyps hatten. In [15] beispielsweise befassen sich die Autoren damit, wie ein nicht lineares Drehbuch erstellt und darin interaktiv navigiert werden kann. Technische Arbeiten wie [9] legen dar, welche implementierungsrelevanten Möglichkeiten für die interaktive Videoannotierung existieren. Die Autoren stellten ein System vor, mit dem sich bewegende und formdynamische Objekte vom Endnutzer annotiert werden können. Kuijck et al beschreiben in [13] einen regionenbasierten Ansatz zur Navigation in Multimediadokumenten. Das Erstellen von Inhalten in Videos auf Nutzerseite steht in [4] und [16] im Zentrum der Untersuchungen. Die Autoren stellen ein Werkzeug vor, mit dessen Hilfe textuelle sowie multimediale Anmerkungen erstellt und innerhalb eines Peer2Peer-Netzwerks verteilt werden können. Gemeinsames (aber verteiltes) Betrachten von Onlinevideos und gleichzeitiges Austauschen von Chat-Nachrichten steht bei [19] im Vordergrund. Die Autoren führten anhand eines Prototyps eine Studie durch, bei der Nutzer ein Video betrachten und miteinander über Kommentare kommunizieren sollten. Sie fanden heraus, dass die parallele Kommunikation der Teilnehmer untereinander positive Auswirkungen auf die Beurteilung des Videoinhalts hat. Social Television ist das Thema zahlreicher weiterer Forschungsarbeiten. So beschäftigten sich beispielsweise die Autoren in [1] damit, wie interaktive Inhalte zusammen mit dem Videomaterial verteilt und präsentiert werden können. In [12] untersuchten die Autoren das Zusammenspiel von TV, PC und mobile Technologien hinsichtlich der Nutzererwartungen an die Integration von Nutzerinhalten in Video. Die Verbindung aus TV-Programm und Benutzerempfehlungen - als konkrete Anwendung für annotiertes Video - wird in [10] thematisiert. Social Television ist auch das Thema einer Studie in [11]. Die Arbeit liefert zum Einen das Ergebnis, dass die Probanden die Kombination aus dem Betrachten von Videos und dem Verfolgen der Aktivitäten im eigenen sozialen Netzwerk als äußerst positiv empfanden. Zum Anderen hatte die Information über die Aktivitäten im Netzwerk großen Einfluss auf das eigene Verhalten bezüglich der betrachteten Videos und Sendungen. Zu dem Thema Sekundärinhalte in Videoportalen, wie YouTube, ergab die Recherche nur wenige Ergebnisse: In [18] beispielsweise analysierten die Autoren, inwiefern sich das Bewertungsverhalten bei Kommentaren auf YouTube vorhersagen lässt. Dabei fanden die Autoren heraus, dass die Abgabe von positiven und negativen Bewertungen in engem

Zusammenhang mit der Kategorie des Videos steht. Benevenuto et al beschäftigten sich in [2] mit Videointeraktionen zwischen den Nutzern untereinander, die durch das Wechselspiel aus Video und Videoantwort entstehen. Zuletzt sei an dieser Stelle noch auf die Forschungsarbeiten verwiesen, die sich mit der Frage beschäftigen, was Nutzer motiviert, Inhalte im Web 2.0 zu publizieren. In [8] führten die Autoren eine Befragung unter Nutzern von Flickr und ZoneTag durch. Sie fanden heraus, dass kommunikative Aspekte die Hauptmotivation der Probanden für Erstellung von Annotationen zu Bildern waren. Hsu und Lin fanden in ihrer Studie (siehe [6]) heraus, dass die Bereitschaft zum Lesen und Schreiben von Blogbeiträgen massiv davon beeinflusst wird, in welchem Maße die Probanden die Einträge unterhaltsam fanden. Mehrere weitere aktuelle Studien zu diesem Thema kommen zu ähnlichen Schlüssen: Offensichtlich sind die Faktoren Spaß und Unterhaltung sehr starke Einflussgrößen dafür, dass Nutzer Inhalte erstellen und wahrnehmen.

#### 4 Onlinebefragung zu YouTube-Videoanmerkungen

Wie gut kommen YouTube-Videoanmerkungen bei der Nutzercommunity an? Für eine erste Einschätzung zu dieser Fragestellung wurde zwischen Juni und August 2011 eine Onlinebefragung durchgeführt. An dieser Befragung haben sich 95 Teilnehmer - vornehmlich Schüler und Studenten - beteiligt. Tabelle 1 gibt hierzu einen Überblick über die personenspezifischen Angaben der Teilnehmer:

Geschlecht		Altersgruppe		YouTube-Nutzungshäufigkeit	
Männlich:	63%	16 - 20	12%	Täglich:	30%
		21 - 30	69%	Ein- bis Dreimal pro Woche:	35%
Weiblich:	28%				Ein paar Mal im Monat:
		31 - 40	13%	Weniger:	10%
Keine Angabe:	9%	6%		0%	

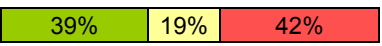

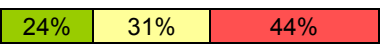

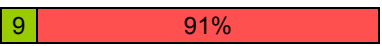
**Tabelle 1: Zusammenfassung der persönlichen Daten der Teilnehmer**

Bevor die Teilnehmer den Fragenkatalog bearbeiten konnten, wurden sie aufgefordert, sich zwei ausgewählte Videos anzusehen, die mit Videoanmerkungen versehen waren. Diese Maßnahme wurde ergriffen, da zunächst befürchtet wurde, dass Videoanmerkungen bei den Nutzern noch keinen allzu hohen Bekanntheitsgrad haben. Im Nachhinein stellte sich diese Befürchtung allerdings als unbegründet heraus, da lediglich 15% angaben, dass ihnen Videoanmerkungen bis jetzt nie oder so gut wie nie begegnet waren (dieser Teil wurde bei der Auswertung der Befragung nicht berücksichtigt). 51% gaben sogar an, dass ihnen Videoanmerkungen „sehr oft“ begegnen. Man kann daher davon ausgehen, dass die Teilnehmer bei der Bearbeitung der Fragen auf relativ fundierte Erfahrungswerte zurückgreifen konnten.



#### 4.1 Nutzerverhalten

Im ersten Teil der Befragung wurde das Verhalten der Nutzer beim Betrachten von Videoanmerkungen ermittelt. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse in gestaffelter Form. Man erkennt auf den ersten Blick, dass die Akzeptanz der Videoanmerkungen unter den Nutzern nicht sehr hoch ist. Lediglich 24% gaben an, dass sie die Texte in den Anmerkungen lesen. Obwohl in der Einleitung der Befragung explizit die Aufgabe gestellt wurde, dass bei den Beispielvideos auf die Anmerkungen zu achten sei, gaben nur 47% an, dass sie dieses Mal die Textboxen gelesen haben. Die Anzahl der Nutzer, die mit den Videoanmerkungen interagieren ist mit 10% ebenfalls äußerst gering, bedenkt man, dass YouTube selbst die Videoanmerkungen als „interaktive Kommentare“ ausweist<sup>5</sup>. Konsequenterweise ist der Anteil der Autoren von Videoanmerkungen mit 9% ebenfalls recht gering, ist aber in etwa vergleichbar mit der Zahl derer, die Kommentare verfassen (13%).

<b>A1</b>	<i>Ich schalte alle Anmerkungen aus, sobald sie mir auffallen</i>	
<b>A2</b>	<i>Ich schalte einzelne Anmerkungen aus, sobald sie mich stören</i>	
<b>A3</b>	<i>Ich lese die Texte in den Anmerkungen</i>	
<b>A4</b>	<i>Ich klicke auf interaktive Anmerkungen</i>	
<b>A5</b>	<i>Ich erstelle selbst Anmerkungen in meinen Videos</i>	

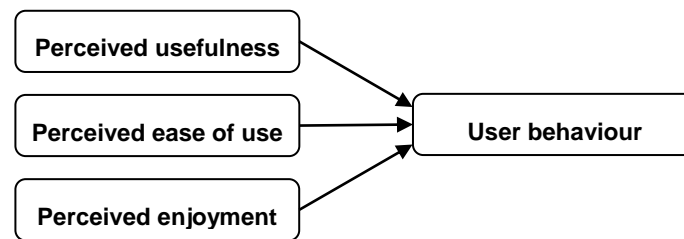
**Tabelle 2: Zusammenfassung Nutzerverhalten**

#### 4.2 Theoretisches Model

Worin könnten die Gründe für die geringe Akzeptanz von Videoanmerkungen liegen? Um erste Anhaltspunkte hierzu bekommen, wurde der Befragung noch ein weiterer Bereich hinzugefügt, in dem „perceived usefulness“ (PU) und „perceived ease-of-use“ (PEU) gemessen wurde. PU ist nach Davis „die Stärke des eigenen Glauben darin, dass die Verwendung eines Systems die eigene Performance bei der Bewältigung einer Aufgabe erhöht“ (übersetzt aus [5]). PEU wird definiert als „die Stärke des eigenen Glauben darin, dass durch die Verwendung eines Systems kein zusätzlicher Aufwand entsteht“. Beide Faktoren haben laut ihrer Definition einen festen Aufgabenbezug, der für den Kontext Videoannotierung wohl nur wenig zutrifft. Allerdings haben zahlreiche Untersuchungen zum Thema nutzergenerierte Inhalte und social Web (beispielsweise [20] und [20]) gezeigt, dass die beiden Faktoren die Bereitschaft der Nutzer zum Konsum und zur Erstellung von Webbeiträgen maßgeblich beeinflussen. Die Übertragung in den Kontext kollaborative Videoanmerkungen in Onlinevideos war daher naheliegend. Neben diesen beiden traditionellen Faktoren haben sich in aktuellen Forschungsarbeiten noch weitere Faktoren herauskristallisiert, die sich für die Messung der Akzeptanz von Nutzern gegenüber Web-2.0-Standards eignen: In [20] beispielsweise, hat sich der Faktor „perceived enjoyment“ (PE) – sprich der erwartete Unterhaltungswert – als starker Motivator für die Nutzung von eLearning-Anwendungen ergeben. Liu und Arnett fanden in [7] bereits zuvor heraus, dass „enjoyment“ einen der Hauptfaktoren für den Erfolg von Webseiten darstellt. Und nicht zuletzt da YouTube von seinen Nutzern als „Ort für Spaß und Unterhaltung“ bezeichnet wird (vgl. [22]),

<sup>5</sup> Siehe [http://www.youtube.com/t/annotations\\_about](http://www.youtube.com/t/annotations_about)

lag die Vermutung nahe, dass PE ebenfalls einen starken Einfluss auf das Nutzerverhalten haben könnte. Aus diesem Grund wurde PE mit vier Items in die Befragung integriert. Das vollständige Model ist in Bild 1 dargestellt.



**Bild 1: Um PE erweitertes TAM-Model für die Befragung**

Die Einflüsse, die die Faktoren untereinander aufweisen, sind für die weitere Betrachtung von geringerer Bedeutung. Im Fokus steht der Zusammenhang der drei Variablen mit dem Nutzerverhalten. Die verwendeten Items zu PU, PEU und PE stammen aus den Itemsets in [6] und [3], wo sie zu verlässlichen Ergebnissen geführt haben, und wurden auf den Kontext Videoanmerkungen adaptiert. In dem nun folgenden Absatz wird untersucht, inwieweit die Gründe für das gegebene Nutzerverhalten in den untersuchten Faktoren zu finden sind.

#### 4.3 Korrelationsanalyse der gesammelten Daten

Um einen ersten Eindruck davon zu bekommen, warum Videoanmerkungen bei den Nutzern von YouTube auf so wenig Akzeptanz stoßen, wurde eine Korrelationsanalyse der Aussagen in Tabelle 2 mit den genannten externen Faktoren durchgeführt. Die Korrelationsmatrizen in Bild 2 markieren in der x-Achse die Beurteilung eines Faktors (1 = negativ bewertet, 5 = positiv bewertet), in der y-Achse die Stärke der Zustimmung zur Aussage (1 = keine Zustimmung, 5 = hohe Zustimmung). Die Faktoren wurden in der Befragung mit mehreren Items ermittelt und via Mittelwertbildung zu einem Gesamtwert akkumuliert. Die Größe der Kreise gibt Aufschluss darüber, wie viele Teilnehmer die entsprechende Kombination gewählt hatten. Der Korrelationskoeffizient  $r$  wurde mit Hilfe der Methode von Spearman aus den Rängen der Aussage- und Variablenwerte berechnet. Ein grün hinterlegtes Feld besagt, dass der t-Test eine Signifikanz  $> 0,99$  ergab, ein gelb hinterlegtes Feld  $> 0,95$ . Bei nicht hinreichend großer Signifikanz ist das Feld rot hinterlegt.

Aus den Korrelationskoeffizienten (sowie deren Signifikanzwerte) geht hervor, dass – außer im Fall von A2 – PU, PEU und PE teils starken Zusammenhang mit dem Nutzerverhalten aufweisen. Der Grund für die Abweichung in A2 ist auch offensichtlich, da ein ungewünschtes Erscheinungsbild bereits durch die Aussage impliziert wurde. Folglich haben der empfundene Nutzen oder der Unterhaltungswert nur noch geringe Beeinflussungsmöglichkeit<sup>6</sup>. Für die anderen Aussagen zeigen die Werte, dass PU weniger stark korreliert als PEU und PE. Der Informationsgehalt einer Videoanmerkung beeinflusst somit weniger stark das Nutzerverhalten, als das Erscheinungsbild und der Unterhaltungsfaktor. Die Korrelationswerte für Aussage A5 fehlen ebenfalls in Bild 2, da befürchtet wurde, dass Störgrößen zu starken Einfluss auf die Aussage haben. So gaben beispielsweise nur 28% an, dass sie wüssten, wie man zum Editor für Videoanmerkungen gelangt.

<sup>6</sup> Interessanterweise haben 26% angegeben, dass sie Videoanmerkungen auch dann nicht ausschalten

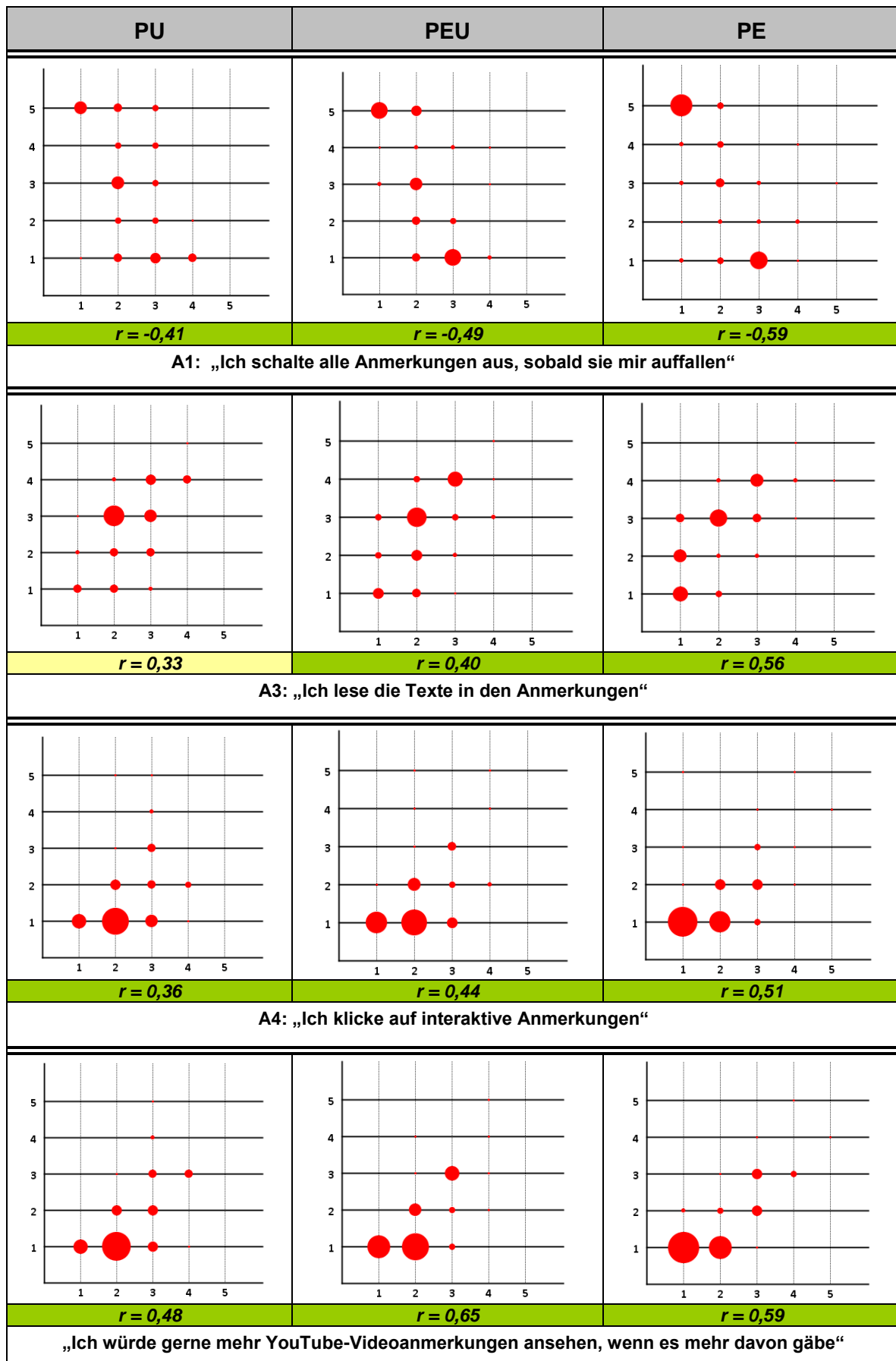


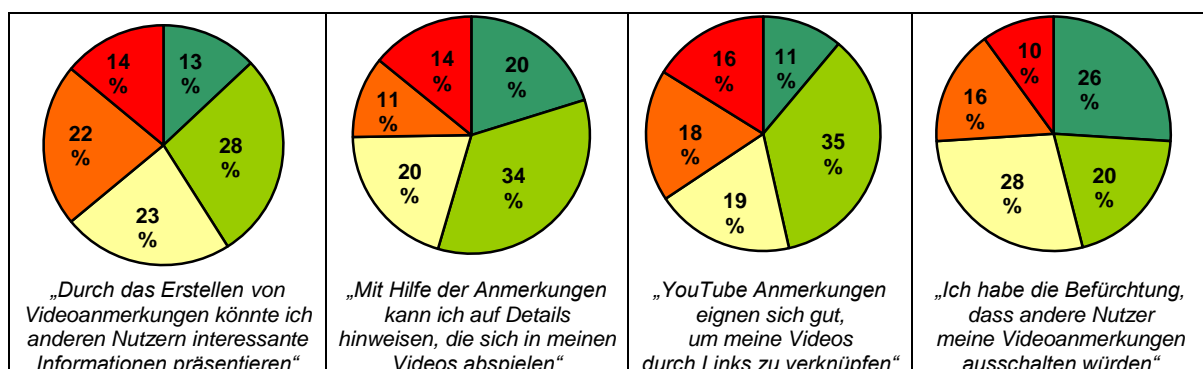
Bild 2: Korrelationsmatrizen der Aussagen A1 – A4 sowie der Einschätzung der Nutzer

Darüber hinaus benötigt man derzeit ein Nutzerkonto bei YouTube, wenn man Videoanmerkungen erstellen möchte. Diese beiden Aspekte haben vermutlich viel größeren Einfluss auf das Erstellverhalten der Nutzer als die Beurteilung der untersuchten Faktoren.

Zusammengefasst hat die Korrelationsanalyse ergeben, dass signifikante Zusammenhänge von PU, PEU und PE mit dem Nutzerverhalten erkennbar sind. Die gesammelten Daten stützen die Behauptung, dass die derzeitigen Videoanmerkungen von den Nutzern mitunter aus zwei Gründen nur unzureichend akzeptiert werden: Nutzer schätzen Videoanmerkungen als zu wenig unterhaltsam und zu wenig geeignet für das Medium Onlinevideo ein. Dieses Fazit spielen auch die absoluten Werte einiger Teilfragen wieder: Beispielsweise sagen lediglich 13%, dass sich YouTube-Videoanmerkungen gut in ein Video einfügen. Aber 66% (22% unentschlossen) gaben an, dass Videoanmerkungen einen zu großen Anteil vom Videoanzeigebereich überdecken. 13% macht es Spaß, Videoanmerkungen anzusehen, 65% (14% unentschlossen) stimmten explizit zu, dass sie die Textboxanmerkungen „nerven“. Der Aussage „ich würde gerne mehr YouTube-Videoanmerkungen ansehen, wenn es mehr davon gäbe“ stimmen 69% nicht zu. In den meisten Fällen beurteilten diese Nutzer PU, PEU und PE ebenfalls als schlecht, was die relativ starke Korrelation begründet. Nutzer, die die Aussage weniger stark ablehnen, bewerten die Faktoren dann auch besser.

#### 4.4 Weitere Umfrageergebnisse

Trotz der geringen Akzeptanz kann aber davon ausgegangen werden, dass YouTube-Nutzer nicht generell abgeneigt sind, Videos zu annotieren. In der Befragung gaben lediglich 7% an, dass sie sich den Erstellvorgang „schwierig“ vorstellen, 19% gaben an, dass ihnen das Erstellen von Anmerkungen zu aufwändig wäre. Interessanter ist in diesem Zusammenhang auch folgender Aspekt: Die befragten Nutzer tendieren zu der Aussage, dass sie selbst mit Videoanmerkungen dann doch recht passable Ergebnisse erzielen könnten (Bild 3). So glauben 41% (23% teilweise), dass mit Hilfe von Videoanmerkungen den anderen Nutzern interessante Informationen näher bringen könnten. Sogar 54% (20% teilweise) glauben, dass sie durch Videoanmerkungen auf Details hinweisen können, die sich in ihren Videos abspielen. Und 46% (19% teilweise) glauben, Videoanmerkungen würden sich gut dafür eignen, um die eigenen Videos miteinander zu verknüpfen. Im Vergleich zu dem äußerst negativen Bild, das YouTube Nutzer von den Videoanmerkungen haben, die ihnen bis jetzt aufgefallen sind, stellen diese Einschätzungen doch ein interessantes Potential dar – wenngleich 46% Prozent glauben, dass ihre Anmerkungen von anderen Nutzern ausgeschaltet werden würden.



**Bild 3:** Auswertung der Fragen zur Eignung der Anmerkungen für eigene Zwecke

Im Vergleich zum Verfassen von Kommentaren schneiden Videoanmerkungen trotzdem recht schlecht ab: Nur 16% stellen sich das Einfügen von Videoanmerkungen unterhaltsamer vor, als Kommentare zu verfassen und 35% empfinden das Betrachten der annotierten Beispielvideos unterhaltsamer als Kommentare zu lesen. Insbesondere glauben 75%, dass es vermutlich keinen Spaß macht, Videoanmerkungen zu erstellen.

## 5 Ansätze zur Optimierung von Videoannotationen

Die Einblendung von YouTube-Videoanmerkungen während dem Betrachten von Onlinevideos wird von den Nutzern größtenteils als störend empfunden. Interessanterweise hat die Befragung aber ergeben, dass sie der Erstellung von eigenen Anmerkungen deutlich positiver gegenüberstehen. Ziel unserer weiteren Forschungsarbeiten ist es nun, der Aufgeschlossenheit der Nutzer gegenüber dem Erstellen von Videoannotationen mit darstellungsoptimierten Ansätzen entgegenzukommen. Videoanmerkungen sollen von den Nutzern nicht länger als graphischer Layer über dem Video, sondern als fester Bestandteil der multimedialen Präsentation sein.

Die Ergebnisse der Befragung geben die Richtung bereits vor: Im Hauptfokus stehen Unterhaltungswert, Bedienfreundlichkeit und ungehinderter Zugang zu den Autorenwerkzeugen. Da bezüglich der Eignung verschiedener konzeptueller oder technischer Methoden im Bereich nutzergenerierter Videoannotationen nach aktuellem Stand der Literaturrecherche keine Forschungsergebnisse vorliegen, sollen Experimente mit Prototypen entsprechende Aufschlüsse liefern. Der Fokus soll hierbei insbesondere auf folgenden Maßnahmen liegen:

### 5.1 Integrierte Abspiel- und Autorenumgebung für annotierte Onlinevideos

Die Befragung hat gezeigt, dass der Großteil der Teilnehmer nicht weiß, wie man Videoanmerkungen in YouTube-Videos einfügt. Abhilfe soll daher ein unmittelbarer Zugang zu den Autorenwerkzeugen schaffen. Zum Einsatz soll eine dynamische Toolbar kommen, die sich platzsparend zusammen mit der Videoansicht in die Webseite einbetten lässt.

### 5.2 Aus der TV-Welt bekannte Annotationstypen

Aus der Befragung geht hervor, dass farbige Textboxen über der Videoansicht nur wenig Anklang bei den Nutzern finden. Möglicherweise liefern Annotationselemente, die bereits in anderen Zusammenhängen eingesetzt werden, eine bessere Performance. In dem Prototypen sollen typische Annotationselemente aus der TV-Welt wie Untertitel, Laufband, Bauchbinde oder Bild-In-Bild-Anzeigeverfahren zum Einsatz kommen. Diese Elemente gewährleisten eine bessere Passgenauigkeit für das Medium Video (im Gegensatz zu farbigen Rechtecken) und sind intuitiv erstellbar. So besteht die Möglichkeit, dass Videoanmerkungen von den Nutzern weniger als Fremdkörper sondern mehr als Bestandteil des Videos und somit auch als Inhaltsträger wahrgenommen werden.

Neben den Annotationselementen aus der TV-Welt ist geplant, die Eignung interaktiver Kommentare zu untersuchen, welche die meisten Nutzer bereits aus interaktiven Videos gewohnt sind. Hinweise auf Nutzerkommentare werden dann in Abhängigkeit zu festgelegten Videozeitpunkten entweder in der Videoanzeige oder einer nebenstehender Sidebar angezeigt. Ein Hinweis wäre beispielsweise ein transparenter Rahmen (falls Anzeige im Video) oder ein klickbares Emoticon (falls Anzeige in der Sidebar). Bei Klick

auf zeigen beide Elemente modal einen Nutzerkommentar an, welcher Text- und/oder Bildinformationen beinhalten kann. Kommentare werden somit nur auf Wunsch des Betrachters angezeigt und lenken ihn nur geringfügig vom Videoinhalt ab.

### 5.3 „Second Screen“

Die vielleicht größte Herausforderung besteht darin, das optimale Setting für Videoanmerkungen zu finden. Der eher konservative Betrachter sollte sich nicht zu sehr von zusätzlichen Inhalten in seinem Betrachtungsverhalten gestört fühlen, dem stärker medienaffinen Nutzer aber mehr Unterhaltung geboten werden. Diesen gegensätzlichen Erwartungen soll in dem Prototyp mit Hilfe einer „second screen“ (siehe hierzu auch [1]) Rechnung getragen werden. Die second screen stellt in diesem Fall eine zweite Video-anzeige dar, die auf Wunsch des Betrachters die Standradansicht ersetzt. Hier steht dem Betrachter eine große Palette an Annotationselementen zur Verfügung, die in oder neben das Video eingefügt werden können: Text, graphische Formen, Bilder, Icons, usw. Die Elemente können vom Betrachter nach Belieben angepasst werden und mit dynamischen/interaktiven Verhalten ausgestattet werden. Auf diese Weise soll herausgefunden werden, welche weiteren Annotationselemente bei den Nutzern Anklang finden. Wer mit dieser Form der Videoannotation nichts anfangen kann, wird nicht gezwungen die Inhalte zu betrachten, sondern kann in der Standradansicht verweilen, in der die in 5.2. beschriebenen Möglichkeiten zur Verfügung stehen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde mit Hilfe der Ergebnisse einer Onlinebefragung unter 95 YouTube-Nutzern die Akzeptanz von YouTube-Videoanmerkungen untersucht. Der Umfrage zufolge begegnen YouTube Nutzer Videoanmerkungen zwar häufiger als erwartet, allerdings stoßen diese bei den Nutzern auf nur wenig Akzeptanz: Die große Mehrheit nimmt weder den Inhalt der Anmerkungen wahr, noch wird mit den Elementen interagiert. Mehr als zwei Drittel empfinden die graphischen Formen als störend beim Betrachten von Onlinevideos und lediglich 8% würden sich mehr Videos mit Anmerkungen wünschen. Erste Anhaltspunkte für die Ursache der geringen Akzeptanz konnten in den Faktoren Perceived Usefulness, Ease of Use und Enjoyment gefunden werden. Die berechneten Korrelationswerte deuten auf einen signifikant hohen Zusammenhang zwischen den externen Faktoren und dem Nutzerverhalten hin. Den stärksten Zusammenhang mit dem Nutzerhalten weist PE auf, gefolgt von PEU. Die gemessenen Werte legen nahe, dass das negative Image von YouTube-Videoanmerkungen massiv von deren geringen Unterhaltungswert und der wenig ansprechenden Visualisierung beeinflusst wird. Für eine definitive Aussage über den Zusammenhang ist es nach dieser Befragung noch zu früh, aber die ermittelten Korrelationswerte stellen eine fundierte Basis für weitere Untersuchungen dar. Unsere künftigen Studien werden sich vor allem mit der prototypischen Umsetzung und der experimentellen Evaluation der beschriebenen Optimierungsansätze beschäftigen. Wir hoffen, dass die Ergebnisse auch andere Forschungsarbeiten im Bereich nutzergenerierte Videoannotation unterstützen konnten.

## 7 Literatur

- [1] Cesar, P., Bulterman, D.C.A., Jansen, A.J. (2008): Usages of the Secondary Screen in an Interactive Television Environment: Control, Enrich, Share, and Transfer Television Content. In: M. Tscheligi, M. Obrist, and A. Lugmayr (Hrsg), *Lecture Notes in Computer Science: Changing Television Environments*, pp.168-177, Springer Berlin/Heidelberg.
- [2] Benevenuto, F., Rodrigues, T., Almeida, V., Almeida, J., Ross, K. (2009): Video interactions in online video social networks. In: ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP) Volume 5 Issue 4.
- [3] Burton, A., Hubona, S. (2005): Individual differences and usage behavior: revisiting a technology acceptance model assumption. In: Newsletter ACM SIGMIS Database, Volume 36 Issue 2.
- [4] Cattelan, R.G., Teixeira, C., Goularte R., Pimentel, M.D.G.C. (2008): Watch-and-comment as a paradigm toward ubiquitous interactive video editing. In: ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP) Volume 4 Issue 4.
- [5] Davis F.D. (1989): Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. In: MIS Quarterly, Volume 13 No. 3.
- [6] Hsu, C.L., Lin J.C.C. (2008): Acceptance of blog usage: The roles of technology acceptance, social influence and knowledge sharing motivation. In: Information & Management Volume 45 Issue 1.
- [7] Liu, C., Arnett, K.P. (2000): Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce. In: Information & Management, Volume 38, Issue 1.
- [8] Ames, M., Naaman, M. (2007): Why we tag: motivations for annotation in mobile and online media. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- [9] Goldman, D.B., Gonterman, C., Curless, B., Salesin, D. (2008): Video Object Annotation, Navigation, and Composition. In: Proceedings of the 21st annual ACM symposium on User interface software and technology.
- [10] Gurrin, C., Lee, H., Ferguson, P., Smeaton, A.F., O'Connor, N.E., Choi, Y., Park, H. (2010): Social recommendation and visual analysis on the TV. In: Proceedings of the international conference on Multimedia.
- [11] Harboe, G., Metcalf, C.J., Bentley, F., Tullio, J., Massey, N., Romano, G. (2008): Ambient social tv: drawing people into a shared experience. In: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- [12] Hess, J., Ley, B., Ogonowski, C., Wan, L., Wulf, V. (2011): Jumping between devices and services: towards an integrated concept for social tv. In: Proceedings of the 9th international interactive conference on Interactive television.
- [13] Kuijk, F., Guimaraes, R. L., Cesar, P., Bulterman, D.C.A. (2009): Adding dynamic visual manipulations to declarative multimedia documents. In: Proceedings of the 9th ACM symposium on Document engineering.

- [14] Lamparter, S; Ankolekar, A (2007): Automated selection of configurable web services. In: Oberweis, A (Hrsg.), *Tagungsband der 8. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik: eOrganisation: Service-, Prozess-, Market-Engineering*. Karlsruhe.
- [15] Meixner, B., Siegel, B., Hölbling, G., Kosch, H., Lehner, F. (2009): SIVA Producer - A Modular Authoring System for Interactive Videos. In: Proceedings of I-KNOW, 9th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies.
- [16] Motti, V.G., Fagá, R., Catellan, R.G., Pimentel, M.d.G.C., Teixeira, C.A.C. (2009): Collaborative synchronous video annotation via the watch-and-comment paradigm. In: Proceedings of the seventh european conference on European interactive television conference.
- [17] Paris, C.M., Lee W., Seery P. (2010): The Role of Social Media in Promoting Special Events: Acceptance of Facebook 'Events'. In: Proceedings of Information and Communication Technologies in Tourism 2010.
- [18] Siersdorfer, S., Chelaru, S., Nejd, W., San Pedro, J. (2010): How Useful are Your Comments? Analyzing and Predicting YouTube Comments and Comment Ratings. In: Proceedings of the 19th international conference on World wide web.
- [19] Weisz, J.D., Kiesler, S., Zhang, H., Ren, Y., Kraut, R.E., Konstan, J.A. (2007): Watching together: integrating text chat with video. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- [20] Zhang, C. (2010): Technology acceptance in learning settings from a student perspective: a theoretical framework. In: Proceedings of the 2010 ACM conference on Information technology education.
- [21] Google Maps und Street View-Hilfe: <http://maps.google.com/support/bin/static.py?hl=de&page=guide.cs&guide=21670&topic=21676&from=21676&rd=2>. Abgerufen am 01.08.2011.
- [22] iab research (2010): Social: A closer look at behaviour on YouTube & Facebook. Executive summary.
- [23] MIT Technology Review: <http://www.technologyreview.com/communications/25084>. Abgerufen am 01.08.2011.
- [24] Website-Monitoring (2010). *YouTube Facts & Figures: Five Years of YouTube – A History of Memorable Moments*. <http://cdn.mashable.com/wp-content/uploads/2010/05/youtube-infographic-565.jpg>. Abgerufen am 01.08.2011.
- [25] YouTube: Erste Schritte: Erstellen oder Bearbeiten von Anmerkungen, 2009, [http://www.youtube.com/t/annotations\\_about?gl=DE&hl=de](http://www.youtube.com/t/annotations_about?gl=DE&hl=de). Abgerufen am 01.08.2011.



# **Kooperationsdilemma in der Zukunftsforschung – Ein IT-basierter Lösungsansatz der Bundeswehr**

**Carolin Durst**

Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 90403 Nürnberg,  
E-Mail: carolin.durst@wiso.uni-erlangen.de

**Thomas Kolonko**

Zentrum für Transformation der Bundeswehr, 15344 Strausberg,  
E-Mail: thomaskolonko@bundeswehr.org

**Michael Durst**

Hochschule für Oekonomie & Management, 90443 Nürnberg, E-Mail: michael.durst@fom.de

## **Abstract**

Unternehmen sehen sich heute einer dynamischen Umwelt ausgesetzt. Nicht vorhergesehene Umbrüche können die Unternehmensexistenz gefährden. Zukunftsforschung ist eine Methode zur Prognose möglicher Ereignisse. Sie gewinnt an Qualität, wenn sie kooperativ durch das Wissen und die Kreativität von Menschen mit unterschiedlichsten Erfahrungen und Wissenszugängen angereichert wird. Wissen ist jedoch häufig die Basis von Wettbewerbsvorteilen und wird daher zwischen Unternehmen nur selten ausgetauscht. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit einem IT-basierten Lösungsansatz des Kooperationsdilemmas in der Zukunftsforschung. Der Ansatz resultiert in einem technischen Konzept, welches auf integrierte Weise unternehmensübergreifendes Wissen bündelt und eine kooperative Zukunftsforschung bei gleichzeitiger Berücksichtigung von sensiblen Daten ermöglicht. Der beschriebene Ansatz wird im Dezernat Zukunftsanalyse der Bundeswehr prototypisch umgesetzt.

## **1 Einleitung**

Der Blick in die Zukunft ist seit Anbeginn der Menschheit ein Wunsch, der über verschiedene Länder und Kulturen hinweg besteht. Es wird versucht zukünftige Ereignisse vorherzusagen, um sich auf diese vorbereiten zu können [13]. Für Unternehmen ist dieser Blick in die Zukunft gleichermaßen wichtig, um auf mögliche Veränderungen schneller reagieren zu können und sich damit langfristig das Überleben am Markt zu sichern. Etliche Beispiele der Vergangenheit belegen, dass auch geniale Wirtschaftslenker gelegentlich falsche Prognosen getroffen haben: Als man z. B. Henry Ford II nach Kriegsende im Jahr 1945 das Volkswagenwerk zur kostenlosen Übernahme anbot, antwortete dieser: „Nein danke, dieses

Auto ist eine Fehlkonstruktion.“ [14] Fakt ist, dass man die Zukunft nicht vorhersehen kann. Aber auf Basis verschiedener Parameter können Entwicklungen eingeschätzt und alternative Entscheidungsmöglichkeiten bestimmt werden.

Wissenschaftliche und für die Praxis relevante Erkenntnisse über zukünftige Entwicklungen können nur durch eine globale Analyse von Ereignissen und Trends erlangt werden [18]. Dabei wird die Qualität der erstellten Zukunftsszenarien durch das Wissen und die Kreativität von Menschen mit unterschiedlichsten Erfahrungen und Wissenszugängen erhöht [23]. Übertragen auf Unternehmen bedeutet dies, dass sich nicht nur unternehmensinterne Experten, sondern Wissensträger aus vielen unterschiedlichen Unternehmen bzw. Institutionen an einer gemeinsamen Zukunftsforschung beteiligen sollten. Doch wie gestaltet sich eine derart partizipative bzw. kooperative Zukunftsforschung? Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Unterstützung der kooperativen Zukunftsforschung in Unternehmen durch Informations- und Kommunikationstechnologien.

## 2 Zukunftsforschung

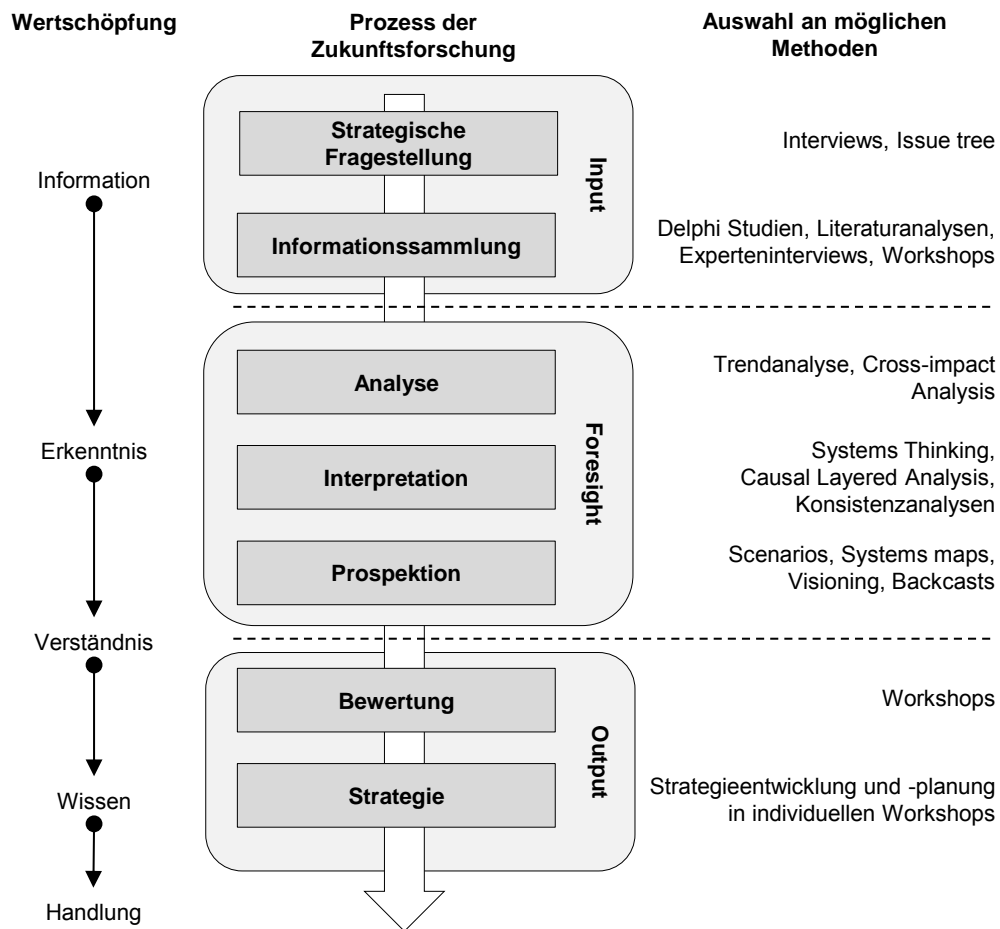
Erste Ansätze, die sich mit der Zukunftsforschung und -gestaltung befassen, kommen aus dem militärischen Bereich. Disruptive Ereignisse wie der Zweite Weltkrieg oder die Ölkrise haben den Bedarf an strategischen Zukunftsplanungen und Entscheidungsgrundlagen erhöht. So entstehen in den 1950er Jahren Institute wie das Stanford Research Institute (SRI), die RAND-Corporation, die Systems Development Corporation (SDC) und das Massachusetts Institute for Technology, Research and Engineering (MITRE). Diese beschäftigen sich neben militärischen auch mit allgemeinen Aufgaben der Zukunftsforschung und -planung [17].

In der Literatur findet man eine Vielzahl von Begriffen, welche dem Bereich Zukunftsforschung zugeordnet werden. Manche Autoren unterscheiden z. B. zwischen Technology Forecasting, Technology Foresight, Consumer Foresight, Competitive Intelligence, Technology Intelligence und Future Research [26]. Weiter findet man die Bezeichnungen Corporate Foresight sowie Managerial Foresight, welche weitgehend synonym verwendet werden und sich auf Zukunftsforschung im Unternehmen beziehen [3,1]. Richtet man den Fokus auf gesellschaftliche, ökologische und globale Themen, spricht man meist von Risk Assessment and Horizon Scanning (RAHS) [30,12]. Der hier vorgestellte Ansatz bezieht sich nicht ausschließlich auf Unternehmen, sondern schließt auch Institutionen wie die Bundeswehr oder andere staatliche Einrichtungen ein. Daher wird für diesen Beitrag die allgemeine Definition von Kreibich [19] gewählt:

„Zukunftsforschung ist die wissenschaftliche Befassung mit möglichen, wünschbaren und wahrscheinlichen Zukunftsentwicklungen und Gestaltungsoptionen sowie deren Voraussetzungen in Vergangenheit und Gegenwart. (...)“

Die aktive Zukunftsforschung hat somit nicht das Ziel, die Zukunft vorherzusagen. Es geht vielmehr um die Entwicklung von Handlungs- und Gestaltungsoptionen möglicher zukünftiger Szenarien. Auf Basis dieses Wissen lassen sich dann Entwicklungspfade aufzeigen, welche dazu beitragen, strategische Handlungen zu beeinflussen. In Bild 1 ist in Anlehnung an Horton [15] Voros [31] sowie Sutherland und Woodroof [30] der Prozess der Zukunftsforschung dargestellt. Der Gesamtprozess gliedert sich grob in die Phasen Input, Foresight

und Output. Zu jeder einzelnen Phase sind exemplarisch Methoden gelistet, welche die Wertschöpfung von der Information zur Handlung unterstützen.



**Bild 1: Prozess der Zukunftsforschung und ausgewählte Methoden**  
(in Anlehnung an [15,31,30])

Eine Methode der Zukunftsforschung, welche Kooperationspotenziale birgt, ist die so genannte Szenariotechnik. Die Verbindung von zukunfts offenem, vernetztem und strategischem Denken führt zu verschiedenen Szenarien, welche alternative Zukunftsbilder für komplexe Systeme beschreiben [9, 8]. Nach Reibnitz [25] ist ein Szenario die Beschreibung einer möglichen zukünftigen Situation. Daraus leiten sich verschiedene Handlungsoptionen ab, die ein Unternehmen ergreifen kann.

Durch die Entwicklung kooperativer Methoden erhöht sich die Aussagekraft der Zukunftsforschung. Der Einbezug von verschiedenen Parteien und Stakeholdern erhöht die Qualität der Input-Daten für die Trend- und Szenarioanalyse [6]. Die Studie von Georg und Rohrbeck [10] zeigt, dass partizipative Zukunftsforschung in Form von externen Forschernetzwerken von 88% der Unternehmen<sup>1</sup> gefordert wird. Das Bewusstsein für eine Zusammenarbeit in der Zukunftsforschung ist vorhanden, jedoch wird kaum unternehmensübergreifend kooperiert. Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit den Gründen, die einer partizipativen Zukunftsforschung entgegenwirken.

<sup>1</sup> Hierbei handelt es sich um Unternehmen, die bereits Zukunftsforschung betreiben.

### **3 Kooperationsdilemma**

Ein Dilemma ist eine Zwangslage, in der man zwischen zwei schwierigen oder unangenehmen Handlungsoptionen wählen soll oder muss [5]. In der Zukunftsforschung beschreibt dieser Beitrag ein Kooperationsdilemma, da eine Zusammenarbeit in einem externen Netzwerk erwünscht ist, Unternehmen jedoch befürchten einen wettbewerbsstrategischen Nachteil zu erleiden, wenn sie Informationen preisgeben. Das Kooperationsdilemma entsteht maßgeblich durch sensible Informationen, schlechtes Wissensmanagement, fehlende Methodik sowie mangelhafte Software-Unterstützung.

#### **3.1 Sensible Informationen**

In der Zukunftsforschung gibt es zwei Kategorien von sensiblen Informationen. Auf der einen Seite sind es die Daten bzw. Informationen selbst, die vertraulich sind. Dabei kann es sich z. B. um neue Produktkonzepte, Marktinformationen, betriebswirtschaftliche Kennzahlen oder Patente handeln. Der Stellenwert des Schutzes geistigen Eigentums hat in vielen etablierten Unternehmen Ende der 90er erheblich zugenommen und ist heute wie damals ein wichtiger Schritt zur Sicherung von Wettbewerbsvorteilen [29, 11]. Auf der anderen Seite sind neben den sensiblen internen Daten darüber hinaus die zukunftsorientierten Fragestellungen sowie die damit einhergehenden getroffenen Annahmen von strategischer Bedeutung, wenn ein Unternehmen dadurch z. B. schneller einen Trend identifizieren kann als sein Wettbewerb.

#### **3.2 Wissensmanagement**

Durch die hohen Sicherheitsbedenken entsteht ein mangelhaftes Wissensmanagement. Zum einen arbeiten oft viele Zukunftsforscher unnötigerweise am gleichen Thema. Dadurch findet ein redundanter und verteilter Wissensaufbau statt ohne Synergien zu nutzen - in verschiedenen Abteilungen eines Unternehmens sowie unternehmensübergreifend. Ähnlich wie in unternehmensübergreifenden Kooperationsprojekten im Bereich Grundlagenforschung ist es in der Zukunftsforschung sinnvoll, Szenarien gemeinsam zu entwickeln. Aus einem wettbewerbsstrategischen Gesichtspunkt ist diese Art von Zusammenarbeit sinnvoll, da mögliche Szenarien alleine wenig aussagekräftig sind. Erst eine Interpretation der Szenarien und die daraus abgeleiteten internen Schlussfolgerungen sowie deren Handlungsoptionen bieten den Unternehmen einen Mehrwert [31]. Daher ist es möglich, gemeinsam an zukünftigen Szenarien zu arbeiten - unabhängig von der individuellen strategischen Fragestellung. Zum Beispiel sind alle Unternehmen der Automobilindustrie daran interessiert, wie sich der Straßenverkehr in Deutschland zukünftig mittel- und langfristig gestaltet. Mögliche Szenarien sagen zum einen noch nichts über deren Eintrittswahrscheinlichkeit aus. Zum anderen können die Auswahl sowie die Interpretation der Szenarien intern stattfinden. Eine gemeinsame Entwicklung möglicher Szenarien ist jedoch sinnvoll, um deren Qualität und Aussagekraft zu erhöhen. Für einen unternehmensinternen sowie unternehmensübergreifenden Wissensaufbau im Rahmen der Zukunftsforschung benötigt man Methodenexpertise sowie Software-Unterstützung, um das gemeinsam erarbeitete Wissen zu verwalten [22].

#### **3.3 Methodik**

In der Zukunftsforschung wird eine Vielzahl an Methoden eingesetzt. Zusätzlich existieren viele Methoden, die zwar unterschiedlich heißen, jedoch ähnlich aufgebaut sind und ähnliche

oder gleiche Ergebnisse liefern. Die Methoden Five Future Glases [21] oder Six Thinking Hats [4] sind z. B. fast identisch. Dieses reiche und auch redundante Methodenportfolio führt dazu, dass ca. 50% der Unternehmen die Methoden zur Vorhersage bestimmter Entwicklungen zufällig auswählen, was auf einen Mangel an Methodenexpertise und Prozessverständnis in der Zukunftsforschung zurückzuführen ist [10]. Große Organisationen wie die Daimler AG, EADS Deutschland GmbH, das Bundeskriminalamt oder Evonik Industries AG kaufen sich dieses Know-How durch externe Experten (z. B. Z\_Punkt<sup>2</sup> oder SCMI<sup>3</sup>) ein und/oder gründen eigene Abteilungen für diese Aufgabe. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) haben diese Möglichkeiten aufgrund mangelnder Ressourcen nicht.

### 3.4 Software-Unterstützung

#### *Gemeinsames Arbeiten*

Über [www.xing.com](http://www.xing.com) lassen sich diverse Gruppen zum Thema Zukunftsforschung finden. Die Gruppe „Zukunftsforschung“ zählt ungefähr 3.750, die Gruppe „Zeitgeist / Zukunft“ sogar ca. 16.250 Mitglieder. Diese Plattform ermöglicht zwar einen informellen Informationsaustausch, allerdings findet die Zusammenarbeit auf Basis von E-Mails oder in gemeinsamen Workshops statt, die über Xing organisiert werden. Eine kooperative Erarbeitung von gemeinsamen Themen wird durch diese Plattform nicht unterstützt. Ähnlich verhält es sich mit alternativen sozialen Netzwerken wie z. B. linkedin.

#### *Insellösungen bei der Informationsverarbeitung*

Im Prozess der Zukunftsforschung wird eine Vielzahl von Informationen produziert, welche man auswerten, interpretieren und verwalten muss [7]. Für eine kooperative bzw. partizipative Zukunftsforschung ist besonders das Auffinden und Bewerten von Trends und Szenarien wichtig. Zum Beispiel ist ein rechnergestütztes Auffinden von Trends auf Basis von Schlüsselwörtern oder auch Schlüsselpaaren in Foren und Blogs möglich. Ebenso müssen Informationen aus Fachzeitschriften sowie Nachrichten erfasst und ausgewertet werden. Um diese Massen von Informationen bewältigen zu können, benötigt man eine softwarebasierte Informationsverarbeitung.

Vorhandene Softwarelösungen im Bereich Zukunftsforschung bieten keine ganzheitliche Prozessunterstützung. Dies liegt vor allem daran, dass es kein konsistentes Konzept zur Zukunftsforschung gibt, welches Prozesse definiert, Aufgaben strukturiert und zentrale Mitarbeiter einbindet [27]. Es gibt zwar viele softwarebasierte Lösungen zur Berechnung von Szenarien, diese sind jedoch nicht kooperativ und unterstützen nur eine Methode der Zukunftsforschung. Die bestehenden Lösungen arbeiten zusätzlich mit unterschiedlichen Algorithmen, die zu sehr unterschiedlichen Ergebnisse führen.

## 4 IT-basierter Lösungsansatz

Eine browserbasierte IT-Plattform kann dazu beitragen, das Kooperationsdilemma in der Zukunftsforschung zu lösen. Dazu muss die Plattform folgende Anforderungen erfüllen:

---

<sup>2</sup> <http://www.z-punkt.de/>

<sup>3</sup> <http://www.scmi.de/>

- Gemeinsames, organisationsübergreifendes Bearbeiten von Projekten in der Zukunftsforschung,
- Wahrung des Sicherheitsbedürfnisses der einzelnen Systemnutzer,
- Bereitstellung von historischen Arbeitsergebnissen, Quellen und einer softwaregestützten Methodenumsetzung,
- Integration einer breiten Methodenauswahl, um die Anwender nicht einzuschränken.

Die IT-Plattform muss sicherstellen, dass sie jedem Nutzer einen Mehrwert im Vergleich zur Nichtnutzung bietet und gleichzeitig durch die Nutzung keine Nachteile entstehen [20]. Tabelle 1 nimmt die genannten Punkte auf und zeigt je einen Lösungsansatz und die technische Umsetzung.

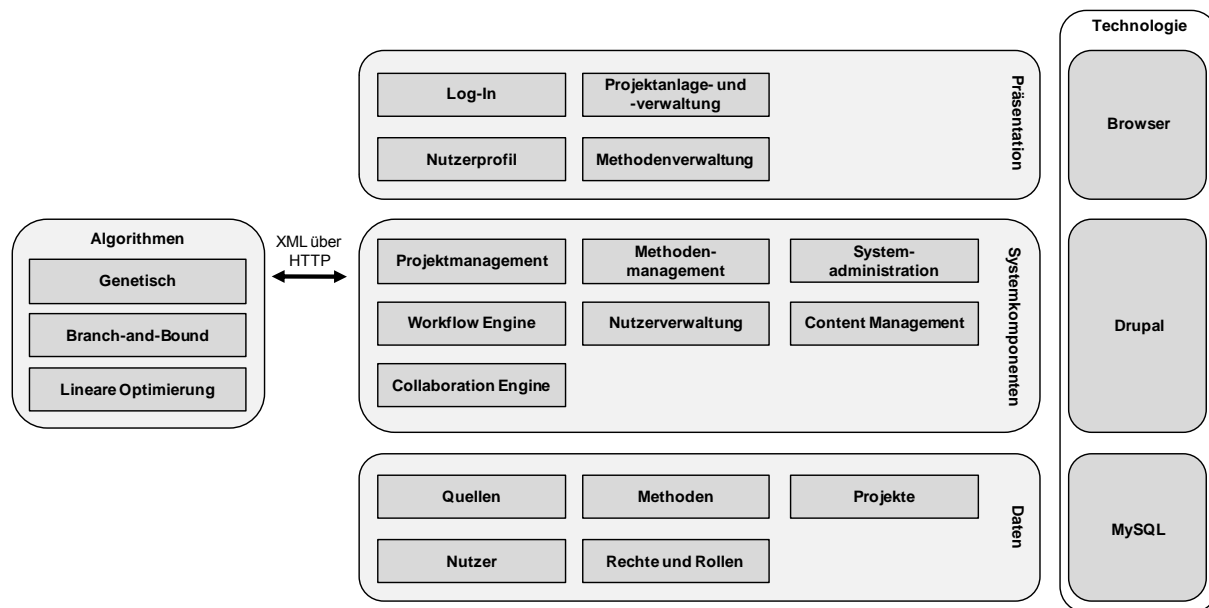
Anforderung	Lösungsansatz	Technische Umsetzung
Gemeinsames Arbeiten	Instrumente zur Online-Kooperation	Browserbasierte Lösung: einige Methoden der Zukunftsforschung können gemeinsam bearbeitet werden.
Sicherheit	Rechte- und Rollenkonzept, das gemeinsame Daten von privaten Daten abgrenzt	Projektergebnisse werden in einen öffentlichen und privaten Teil unterschieden. Der öffentliche Teil kann als Input für zukünftige Projekte dienen, der private Teil dient ausschließlich einer eingegrenzten Gruppe.
Wissensmanagement	Gemeinsame Datenbasis und Instrumente zur Ablage und zum Auffinden von Daten	Methoden, Quellen und Projektergebnisse werden zentral archiviert und sind entweder allen Teilnehmern der Plattform oder eingeschränkten Gruppen zugänglich.
Flexible und breite Methodenauswahl	Anlage etlicher Methoden der Zukunftsforschung im System, Vorschläge und Bewertungsmöglichkeiten zum Methodeneinsatz	Eine breite Auswahl an Methoden für unterschiedliche Anwendungsbereiche der Zukunftsforschung sind in der IT-Plattform hinterlegt. Die Methoden können von den Anwendern bewertet, kommentiert und verbessert werden. Ein Unterstützungssystem hilft den Anwendern bei der Auswahl der passenden Methoden für bestimmte Aufgabenstellungen in der Zukunftsforschung.

**Tabelle 1: Anforderungen, Lösungsansatz und technische Umsetzung der IT-Plattform**

Als Basis der technischen Implementierung wird ein Content-Management-System (CMS) ausgewählt, das neben der Inhaltsverwaltung auch Workflows und Kooperationsmethoden unterstützt. Anhand der oben dargestellten Anforderungen wird ein Anforderungskatalog

erarbeitet und ein Technologieauswahlprozess durchgeführt. Ergebnis der Technologieauswahl ist das Open Source CMS „Drupal“.

Bild 2 zeigt die Systemarchitektur inklusive der in den einzelnen Systemschichten eingesetzten Technologie. Weiterhin verfügt das System über eine XML-Schnittstelle, die externe Algorithmen ansprechen kann und deren Berechnungsergebnisse verarbeitet. Die Berechnung wird ausgelagert, um einerseits hohe Rechenleistung verfügbar zu machen und andererseits, um verschiedene Algorithmen wie Branch-and-Bound, lineare Optimierung oder genetischer Algorithmus einsetzen zu können.



**Bild 2:** Systemarchitektur der IT-Lösung

Die IT-Plattform ist nach einem Modell mit drei Schichten konstruiert. Wesentliche Bestandteile sind dabei neben dem Content-Management die Collaboration Engine, die Workflow Engine und die Nutzerverwaltung, die auch das Rechte- und Rollenmanagement übernimmt. Die Collaboration Engine sorgt dafür, dass dedizierte Methoden in einem Foresight-Projekt gemeinsam orts- und zeitungebunden bearbeitet werden können. Die Ergebnisse z. B. gemeinsam bewerteter Trends werden von der Collaboration Engine zusammengeführt und visualisiert. Die Workflow Engine hat die Aufgabe, alle Einzelmethode in einem Projekt zu koordinieren. Während manche Methoden parallel bearbeitet werden können, müssen andere Methoden zunächst abgeschlossen werden, bevor im Prozess weitergearbeitet werden kann. Die Nutzerverwaltung schließlich sorgt dafür, dass öffentlich verfügbare Daten und Projektergebnisse von privaten Daten getrennt werden und verwaltet die Zugriffsrechte auf der Plattform und in Projekten.

## 5 Das Projekt „RAHS“ der Bundeswehr

### 5.1 Ausgangssituation

Die Kernaufgabe des Dezernats Zukunftsanalyse (Dez Zuka) des Zentrums für Transformation der Bundeswehr ist die sicherheitspolitische Zukunftsanalyse. Die Notwendigkeit

des vernetzten Denkens ist für die Beurteilung von sicherheitspolitischen Entwicklungen grundlegend. Der Anspruch an das Dezernat ist dabei die Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Nachprüfbarkeit der Aktivitäten und Ergebnisse. Eines der schwerwiegendsten Probleme basiert auf dem häufigen Wechsel des Personals, welches in der Regel zwei bis drei Jahre in diesem Forschungsgebiet eingesetzt wird und in der Regel keine Vorerfahrungen aufweist. Eine schnelle Einarbeitungszeit sowie Nachvollziehbarkeit und Transparenz der bisherigen Ergebnisse sind daher notwendig. Eine ausführliche Methoden-ausbildung oder wiederholte Akquise von Experten ist bei dieser hohen Personalrotation nicht zielführend.

Das Thema der sensiblen Daten spielt besonders bei der Bundeswehr eine wichtige Rolle, da allein die Kenntnis darüber, dass sich die Bundeswehr mit einem bestimmten Thema beschäftigt, in der Öffentlichkeit für Aufsehen und Diskussion sorgen kann. Dies war beispielsweise im September 2010 der Fall, als ein Entwurf der Teilstudie „Peak Oil - Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen“ [32] der Presse zugespielt und dann im Internet veröffentlicht wurde [2]. Ohne die Ergebnisse der endgültig erarbeiteten Studie abzuwarten, wurde dieses in der Presse so stark thematisiert, dass noch vor Fertigstellung der Studie Vertreter des Bundesministeriums der Verteidigung am 07.10.2010 vor dem Umweltausschuss aussagen mussten [24].

Andererseits bietet der Themenkomplex Zukunftsforschung grundsätzlich eine hervorragende Möglichkeit der Zusammenarbeit. Bei der Entwicklung gemeinsamer Szenarien lässt sich Expertenwissen aus unterschiedlichen Bereichen verknüpfen; dies zeigt z. B. die Erstellung von Szenarien für den MENA (Middle East and North Africa) Raum. Eine Zusammenarbeit zwischen dem Bundesamt für Migration und Immigration (BAMF), dem Bundeskriminalamt (BKA) und der Bundeswehr ist sinnvoll, da alle drei Behörden eine unterschiedliche Sicht auf den MENA Raum wiedergeben können. Auf eine kooperative Weise generierte Szenarien ermöglichen eine breitere Sicht, als die von den einzelnen Behörden jeweils eigenständig erarbeiteten Szenarien. Die Auswertung der Szenarien können die einzelnen Bereiche unabhängig voneinander gestalten. Die Bundeswehr z. B. mit einem Blick auf sicherheitspolitische Implikationen, das BAMF auf Migrationsbewegungen und das BKA auf die organisierte Kriminalität im MENA Raum. Ein solcher kooperativer Ansatz ist aktuell nur durch gemeinsame Workshops und mit einem hohen zeitlichen Aufwand umsetzbar.

Die Umstellung auf eine IT-unterstützte sicherheitspolitische Zukunftsanalyse soll die skizzierten Probleme lösen, die interne Zusammenarbeit verbessern und die Kooperation mit externen Fachleuten ermöglichen. Zwischen 2007 und 2009 wurde daher eine Standardsoftware erprobt, um Bedingungen und Möglichkeiten einer Umstellung auf die IT-unterstützte sicherheitspolitische Zukunftsanalyse zu untersuchen. Die Erkenntnisse dieser Erprobungsphase ergaben, dass die geforderte kooperative Komponente in bestehender Standardsoftware nicht genügend Unterstützung findet. Darauf wurde die Umsetzung einer webbasierten Individualsoftware bis Ende 2012 initiiert (Projekt „RAHS“).

## 5.2 Zielsetzung

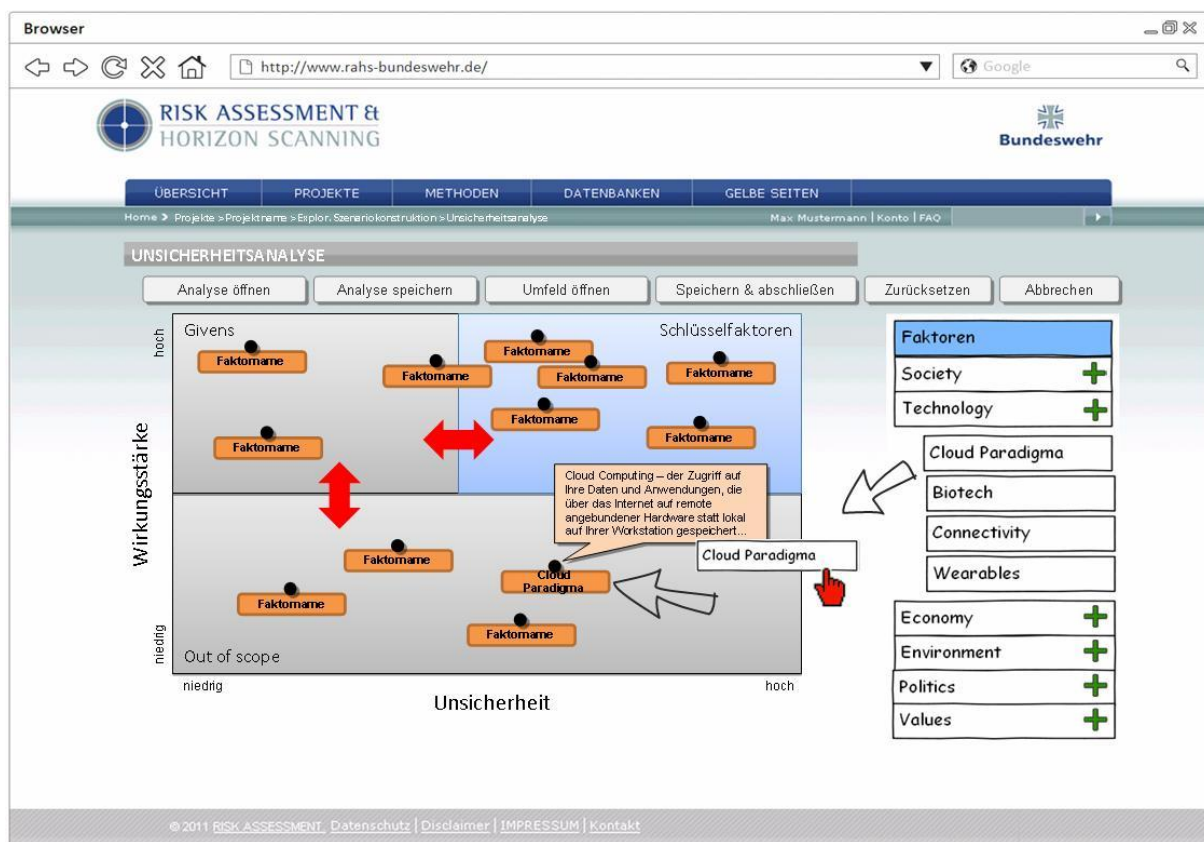
Das übergeordnete Ziel von RAHS ist die Schaffung einer Kooperationsplattform für Methoden und Inhalte der sicherheitspolitischen Zukunftsanalyse. RAHS bietet die Möglichkeit,



- interne Entscheidungsträger, externe Experten und Kooperationspartner sowohl kontinuierlich als auch temporär in Projekte der Zukunftsanalyse einzubinden,
- Inhalte und Ergebnisse zu präsentieren, zu diskutieren und gemeinsam zu nutzen,
- Methoden verfügbar zu machen und diese softwaretechnisch umzusetzen,
- Methoden und Strukturwissen gemeinsam zu nutzen, zu bewerten und weiterzuentwickeln,
- Früherkennung kooperativ betreiben zu können.

### 5.3 Projekt

Die IT-Plattform RAHS wird nach der in Kapitel 4 skizzierten Architektur implementiert. Innerhalb von RAHS werden 41 Methoden der Zukunftsforschung bereitgestellt. Davon sind 20 Methoden IT-unterstützt und können kooperativ bearbeitet werden. Eine dieser Methoden ist die Unsicherheitsanalyse [16]. Bei dieser Methode werden die Faktoren nach ihrem Wirkungsgrad und ihrer Unsicherheit bewertet. Faktoren mit einem hohen Wirkungsgrad und einer hohen Unsicherheit sind so genannte Schlüsselfaktoren. Das Ziel dieser Methode ist es, aus einer hohen Anzahl von Faktoren eine überschaubare Menge von Schlüsselfaktoren zu generieren. Um die Reduktion der Faktoren zu erreichen, werden diese in einem zweidimensionalen Koordinatensystem entsprechend der Wirkungsstärke (y-Achse) und dem Unsicherheitsgrad (x-Achse) positioniert, um später die Schlüsselfaktoren bestimmen zu können (siehe Bild 3).



**Bild 3:** Umsetzung der Unsicherheitsanalyse bei RAHS

RAHS unterstützt diesen Prozess und erlaubt eine zeitlich und räumlich getrennte Bearbeitung durch mehrere Benutzer. Nachdem alle Projektmitglieder die Bearbeitung abgeschlossen haben, aggregiert RAHS die Ergebnisse. Zusätzlich zu dieser Methode können weitere 40 Methoden ausgewählt und flexibel einem Projekt zugeordnet werden. Der Nutzer wird bei der Auswahl der Methoden für sein Projekt durch einen Methodenkonfigurator unterstützt, der unter anderem den Zeiteinsatz oder die Personalverfügbarkeit im Projekt berücksichtigt.

Durch ein flexibles Rollen- und Berechtigungskonzept können ressourcenübergreifend Projektgruppen zusammenarbeiten, gemeinsam auf Methoden und Ergebnisse zurückgreifen und dabei die Datensicherheit bewahren. Nur der Projektleiter kann festlegen, welcher Nutzer am Projekt mitarbeiten kann bzw. welche Informationen oder Teilergebnisse für alle zur Verfügung gestellt werden.

Alle Projektschritte und -ergebnisse sind in RAHS konsequent nachvollziehbar und transparent dokumentiert.

## 6 Fazit und Ausblick

Der französische Schriftsteller Antoine de Saint-Exupéry [28] adressiert mit seinem Aphorismus „Die Zukunft soll man nicht voraussehen wollen, sondern möglich machen“ einen zentralen Punkt der Zukunftsforschung: Die aktive Gestaltung der Zukunft. Dazu müssen Unternehmen und Organisationen Zukünfte erarbeiten und verstehen. Neben möglichen Handlungsoptionen ist dazu die Fähigkeit notwendig, sich organisatorisch an inkrementelle und radikale Veränderungen anzupassen. Die Kooperation in der Entwicklung möglicher Zukünfte eröffnet dabei neue Möglichkeiten in der Qualität der Ergebnisse und in der Geschwindigkeit ihrer Erarbeitung. Die Schwierigkeit hierbei besteht in den Vorbehalten gegenüber einem Datenaustausch in diesem sensiblen und strategisch wichtigen Forschungsgebiet. Die im vorliegenden Beitrag vorgestellte IT-Plattform ist ein Ansatz, das Kooperationsdilemma in der Zukunftsforschung zu beheben. Er kann dabei grundlegende Ängste einer Kooperation nicht beseitigen, jedoch die technischen Voraussetzungen einer vertrauensvollen Zusammenarbeit schaffen.

Der mittelfristige Einsatz von RAHS bei der Bundeswehr in Kooperation mit anderen Organisationen und Unternehmen wird zeigen, ob das Kooperationsdilemma in der Zukunftsforschung zumindest in Teilen gelöst werden kann.

## 7 Literatur

- [1] Amsteus, M (2011): Managerial foresight: measurement scale and estimation. *Foresight*, 13(1): 58-76.
- [2] Astyk, S (2010): Leaked German Military Report on Peak Oil. [http://scienceblogs.com/casaubonsbook/2010/09/leaked\\_german\\_military\\_report.php](http://scienceblogs.com/casaubonsbook/2010/09/leaked_german_military_report.php). Abgerufen am 15.09.2011.
- [3] Burmeister, K; Neef, A; Beyers, B (2004) *Corporate Foresight - Unternehmen gestalten Zukunft*. Murmann, Hamburg.
- [4] De Bono, E (1989): *Das Sechsfarben-Denken. Ein neues Trainingsmodell*. Econ, Düsseldorf.
- [5] Duden (2011): *Wortherkunft – Dilemma*. <http://www.duden.de/rechtschreibung/Dilemma>. Abgerufen am 15.09.2011.
- [6] Durst, C; Volek, A; Durst, M; Greif, F; Brüggmann, H (2011): *Zukunftsforschung 2.0 im Unternehmen*. In: Reinheimer, S; Winter, R (Hrsg.), *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Heft 282, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg.
- [7] Durst, M; Stang, S; Stößer, L; Edelmann, F (2010): *Kollaboratives Trendmanagement*. In: Hofmann, J (Hrsg.), *IT-basiertes Innovationsmanagement*, *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Nr. 273: 78-86.
- [8] Fink, A; Schlake, O; Siebe, A (2001): *Erfolg durch Szenario-Management*. Campus-Verlag, Frankfurt am Main.
- [9] Gausemeier, J., A. Fink, et al. (1996). *Szenario-Management: Planen und Führen mit Szenarien*. Hanser Fachbuchverlag, München.
- [10] Georg, H; Rohrbeck, R (2010): *Analyse des Reifegrades Strategischer Frühaufklärungssysteme in multinationalen Unternehmen*. In: Reimer, M; Fiege, S. (Hrsg.), *Perspektiven des Strategischen Controllings*, Gabler, Wiesbaden: 259-272.
- [11] Grindley, P; Teece, D (1997): *Managing intellectual capital: licensing and cross-licensing in semiconductors and electronics*. *California Management Review*, 39(2): 8-41.
- [12] Habegger, B (2010): *Strategic foresight in public policy: Reviewing the experiences of the UK, Singapore, and the Netherlands*. *Futures*, 42(1): 49-58.
- [13] Heinen, A; Mai, V; Müller, T (2009): *Szenarien der Zukunft: Technikvisionen und Gesellschaftsentwürfe im Zeitalter globaler Risiken*. Frank & Timme, Berlin 2009.
- [14] Hofbauer, G; Körner RA; Nikolaus, U; Poost, A (2009): *Marketing von Innovationen: Strategien und Mechanismen zur Durchsetzung von Innovationen*. Kohlhammer, Stuttgart.
- [15] Horton, A (1999): *A Simple Guide To Successful Foresight*. *Foresight*, 01(01): 5-9.
- [16] Kosow, H; Gaßner, R (2008): *Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung, Auswahlkriterien*. Werkstattbericht Nr. 103. IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin.
- [17] Kreibich, R (2009): *Die Zukunft der Zukunftsforschung. Ossip K. Flechtheim – 100 Jahre*. Arbeitsbericht Nr. 32/2009, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin.

- [18] Kreibich, R (2009): Zukunftsforschung zur Nachhaltigkeit - Forschungsfelder, Forschungsförderung, Forschungspolitik. Arbeitsbericht Nr. 34/2009, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin.
- [19] Kreibich, R (2000): Herausforderungen und Aufgaben für die Zukunftsforschung in Europa. In: Steinmüller, K; Kreibich, R; Zöpel, C (Hrsg.), Zukunftsforschung in Europa. Ergebnisse und Perspektiven, Nomos, Baden-Baden: 9-35.
- [20] Levina, N; Vaast, E (2005): The emergence of boundary spanning competence in practice: implications for implementation and use of information systems. *Mis Quarterly*, 29(2): 335–363.
- [21] Micic, P (2010): *The Five Futures Glasses: How to See and Understand More of the Future with the Eltville Model*. Palgrave Macmillan, Hampshire.
- [22] Mietzner, D; Reger, G (2005): Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 1(2), 220-239.
- [23] Mittelstaedt, W (2009): Evolutionäre Zukunftsforschung. In: Popp, R; Schüll, E (Hrsg.), *Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung: Beiträge aus Wissenschaft und Praxis*. Springer, Berlin, Heidelberg: 117-128.
- [24] Plenarprotokoll (2010): 17/65, Deutscher Bundestag. <http://www.bundestag.de/dokumente/protokolle/plenarprotokolle/plenarprotokolle/17065.txt>. Abgerufen am 15.09.2011.
- [25] Reibnitz, Uv (1991): *Szenario-Technik: Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung*. Wiesbaden, Gabler.
- [26] Rohrbeck, R; Arnold, HM; Heuer, J (2007): Strategic Foresight in multinational enterprises – a case study on the Deutsche Telekom Laboratories. In: Huizingh, E; Torkkeli, M; Conn, S; Bitran, I (Hrsg.), *Proceedings of the ISPIM Conference*, New Delhi, India: 1-12.
- [27] Rohrbeck, R; Gemünden, HG (2006): Strategische Frühaufklärung – Modell zur Integration von markt- und technologie-seitiger Frühaufklärung Einleitung. In: Gausemeier, J (Hrsg.), *Vorausschau und Technologieplanung*, Heinz Nixdorf Institut, Paderborn: 159-176.
- [28] Saint-Exupéry, A. de (1951): *Die Stadt in der Wüste*. Rauch, Bad Salzig.
- [29] Sullivan, P (1998): Extracting value from intellectual property. In: Sullivan, P (Hrsg.), *Profiting from intellectual capital. Extracting value from innovation*, John Wiley & Sons, New York: 103-118.
- [30] Sutherland, WJ; Woodroof, HJ (2009): The need for environmental horizon scanning. *Trends in ecology & evolution*, 24(10): 523-7.
- [31] Voros, J (2003): A generic foresight process framework. *Foresight*, 5(3): 10-21.
- [32] Zentrum für Transformation (2011): Erste Teilstudie Peak Oil - Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen. <http://www.zentrum-transformation.bundeswehr.de/portal/>. Abgerufen am 15.09.2011.

# **Entwicklung einer offenen Netzwerk Balanced Scorecard (ONBSC) für Web 2.0-basierte Kooperation in regionalen KMU-Netzwerken**

**Nadine Lindermann**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Management, 56070 Koblenz,  
E-Mail: nadine.lindermann@uni-koblenz.de

**Martina Peris**

Universität Hamburg, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften,  
Professur für Wirtschaftsinformatik, 22765 Hamburg,  
E-Mail: martina.peris@wiso.uni-hamburg.de

**Harald F.O. von Kortzfleisch**

Universität Koblenz-Landau, Institut für Management, 56070 Koblenz,  
E-Mail: harald.von.kortzfleisch@uni-koblenz.de

**Markus Nüttgens**

Universität Hamburg, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften,  
Professur für Wirtschaftsinformatik, 22765 Hamburg,  
E-Mail: markus.nuettgens@wiso.uni-hamburg.de

## **Abstract**

Kooperieren kleine und mittlere Unternehmen innerhalb regionaler Netzwerke in branchenübergreifenden, nicht wettbewerbsorientierten Bereichen und setzen zur Gestaltung der Zusammenarbeit Web 2.0-Anwendungen ein, bedarf es einer zielgerichteten Unterstützung durch das Netzwerkmanagement. Controlling-Instrumenten kommt dabei eine entscheidende Rolle zu, da diese den Nutzen einer Web 2.0-gestützten Kooperation messen können. Ziel dieses Beitrages ist es, eine offene Netzwerk Balanced Scorecard (ONBSC) zu entwickeln. Aus Sicht des Netzwerkes erlaubt diese entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um die Beteiligung an der Web 2.0-basierten Kooperation insbesondere auf Mitarbeiterebene zu erhöhen. Gleichzeitig informiert sie die Mitgliedsunternehmen über die Aktivitäten der Zusammenarbeit und motiviert darüber zur eigenen Teilnahme.

## 1 Einleitung

Regionale Netzwerke kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie aufgrund der räumlichen Nähe ihrer Kooperationspartner eine heterogene Mitgliederbasis an Unternehmen unterschiedlichster Größen und Branchen aufweisen [7]. Hierdurch fokussieren die Aktivitäten dieser Netzwerke oftmals auf branchenübergreifende, nicht wettbewerbsorientierte Bereiche, wodurch sich ihre Potentiale für die Unternehmen oft nur schwer erschließen lassen [3]. Doch gerade im nicht-wettbewerbskritischen Bereich bieten regionale Netzwerke für die Unternehmen Chancen, gelingt es die Mitarbeiter in eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zu integrieren: Regionale Netzwerke ermöglichen den beteiligten KMU auf eine erweiterte Ressourcenbasis zurückzugreifen, indem durch einen Austausch auf Mitarbeiterebene zu Themen wie Personal, Einkauf oder Marketing Probleme des täglichen Berufsalltags in Kooperation gelöst werden können.

Die zunehmende Verbreitung von Web 2.0-Anwendungen eröffnet KMU und KMU-Netzwerken darüber hinaus neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Kooperationen [21]. Web 2.0 impliziert ein neues Verständnis für den Umgang mit dem Internet, dessen Nutzung über das Prinzip der Selbstorganisation funktioniert. Hierbei wird aus eigenem Antrieb heraus agiert, hinterfragt und bewertet sowie Wissen organisiert und ausgetauscht [17][30][31]. Durch die Anwendung von Web 2.0-Technologien in regionalen KMU-Netzwerken werden diese in die Lage versetzt, die Mitarbeiter der Mitgliedsunternehmen systematisch in die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zu integrieren und in einen Austausch zu bringen.

Die Zusammenarbeit regionaler KMU-Netzwerke konzentriert sich bislang jedoch überwiegend auf die Ebene der Geschäftsführung, welche die alleinige Entscheidung für eine Mitarbeit und einen Austausch innerhalb des Netzwerkes trifft [2][23]. Demzufolge ist ebenso die Akzeptanz und Nutzung von Web 2.0-Anwendungen in einem regionalen KMU-Netzwerk entscheidend von der Ebene der Geschäftsführung der beteiligten Unternehmen geprägt. Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe des Netzwerkmanagements, die Akzeptanz von Web 2.0-Anwendungen zur Unterstützung der Kooperation kontinuierlich auf Geschäftsführerebene sicherzustellen, um hierüber eine Nutzung auf Mitarbeiterebene zu erreichen. Dies setzt eine Art Controlling der eingesetzten Web 2.0-Anwendungen voraus, die eine Bewertung ihres Nutzens im Hinblick auf die Kooperation erlaubt. In diesem Beitrag wird mit der offenen Netzwerk Balanced Scorecard (ONBSC) ein solches Kontrollinstrument entwickelt, das in Anlehnung an die Balanced Scorecard (BSC) zur Messung und Steuerung Web 2.0-basierter Kooperationsaktivitäten eingesetzt werden kann.

Hierzu werden die Potentiale und Grenzen Web 2.0-gestützter Netzwerke zunächst skizziert, um die Notwendigkeit eines Messinstrumentes im Sinne der BSC abzuleiten (Kapitel 2). Neben der wissenschaftlichen Literatur wird dabei auf Forschungsergebnisse des vom BMBF geförderten Projektes KMU 2.0 zurückgegriffen, das im Zeitraum 2008-2011 qualitative und quantitative Studien über den Einsatz und die Akzeptanz Web 2.0-basierter Anwendungen in einem regionalen Netzwerk durchgeführt hat. Im Anschluss wird die BSC als Messinstrument grundlegend eingeführt und im Kontext „Stand der Forschung“ diskutiert (Kapitel 3). In Anlehnung an die skizzierte Problemstellung und dem Stand der Forschung wird die BSC zu einer ONBSC erweitert (Kapitel 4). Methodisch wird eine argumentativ-deduktive Analyse durchgeführt [24]. Der Beitrag schließt mit einem Fazit.

## **2 Web 2.0-gestützte KMU-Netzwerke: Potentiale und Grenzen**

### **2.1 Der Einsatz von Web 2.0 in regionalen KMU-Netzwerken**

Grundsätzlich zielt der Einsatz von Web 2.0 in einem regionalen KMU-Netzwerk darauf ab eine gemeinsame Infrastruktur des Netzwerkes aufzubauen, in der die Teilnehmer an der Lösung eines Problems in einer offenen Netzwerkstruktur gemeinsam arbeiten [19]. Die erfolgreiche Implementierung und Nutzung hängt dabei entscheidend davon ab, inwiefern Web 2.0 einen Beitrag zur Unterstützung der Zusammenarbeit leisten kann.

Anhand der empirischen Studien des Forschungsprojektes KMU 2.0, die in einem regionalen Netzwerk mit rund 115 Mitgliedsunternehmen und insgesamt 10.000 Beschäftigten durchgeführt wurden, konnten wesentliche Erkenntnisse in Bezug auf die Anforderungen an eine Web 2.0-gestützte Kooperation erzielt werden [9] [26].

Demnach ist die Geschäftsführung als entscheidender Faktor im Hinblick auf die Teilnahme an den Kooperationsaktivitäten zu betrachten. Ziel sollte es sein, nach [28] ein aktives Management für die Einführung und Nutzung von Web 2.0 in einem kooperativen Umfeld zu erreichen, indem die Nutzung von Web 2.0 innerhalb der kooperierenden Unternehmen von der Geschäftsführung erlaubt und unterstützt wird.

Die grundsätzliche Teilnahme an den Kooperationsaktivitäten hängt vom wahrgenommenen Nutzen der Geschäftsführung ab, der sich für die Unternehmen aus der Kooperation ergibt. Nutzen entsteht zum einen aus dem gezielten Aufbau von Kooperationsbeziehungen mit ausgewählten Mitgliedern des Netzwerkes – etwa für die Bildung von Angebotsverbünden – und zum anderen über einen Austausch zu aktuellen Themen wie etwa Fachkräftemangel. Voraussetzung hierfür ist ein Überblick über die Mitgliederstruktur des Netzwerkes und verfügbare Informationen über Ansprechpartner der einzelnen Unternehmen und darüber hinaus die Bereitschaft vieler Unternehmen sich an einem Austausch im Sinne eines gegenseitigen „Gebens und Nehmens“ zu beteiligen.

Die Integration der Mitarbeiter in die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit ist darüber hinaus an weitere Bedingungen geknüpft. Demzufolge möchte die Geschäftsführung Kontrolle über den überbetrieblichen Austausch bewahren, indem sie über dort diskutierte Themen und ausgetauschte Inhalte informiert wird: Einerseits, um über den Nutzen für das eigene Unternehmen zu entscheiden und andererseits, um den Austausch von geschäftskritischen Informationen zu vermeiden [26].

### **2.2 Notwendigkeit zur Einführung eines Messinstrumentes**

Basierend auf diesen Erkenntnissen erfolgte eine prototypische Umsetzung einer Web 2.0-Plattform, die hinsichtlich ihrer Nutzung und Akzeptanz evaluiert wurde [4][5]. Die Ergebnisse der durchgeführten Evaluation zur Nutzung und Akzeptanz der Web 2.0-Plattform in dem betrachteten regionalen Netzwerk demonstrieren die vorherrschende Stellung der Geschäftsführung in der überbetrieblichen Zusammenarbeit. So bleibt die Nutzung der Web 2.0-Plattform auf Mitarbeiterebene bislang die Ausnahme. Darüber hinaus beschränkt sich die Nutzung der Plattform auf die Bereitstellung von Informationen zu den Unternehmen und Ansprechpartnern der einzelnen Unternehmen. Potentiale und Chancen zur Nutzung der Plattform bezogen auf einen Austausch zu spezifischen Themen werden bislang noch bedingt wahrgenommen [4][5].

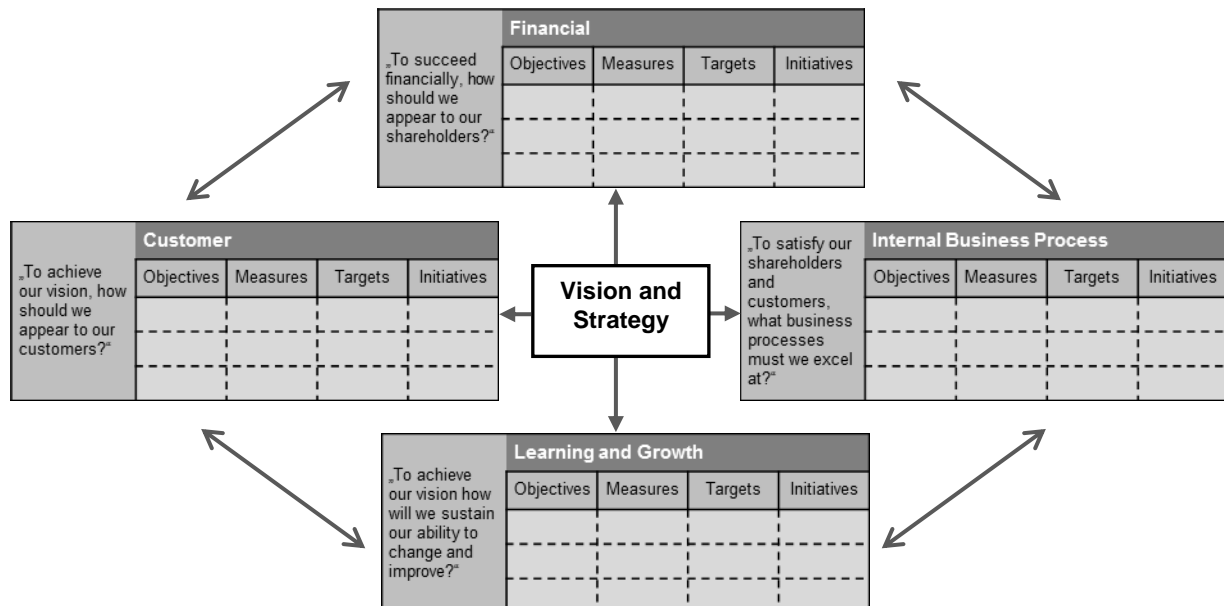
Diese Resultate verdeutlichen die Notwendigkeit der kontinuierlichen Kontrolle und Steuerung der eingesetzten Web 2.0-Anwendungen im Hinblick auf die Unterstützung der Kooperationsaktivitäten innerhalb des regionalen Netzwerkes: Zum einen aus Sicht des Netzwerkmanagements für das Ergeifen gezielter Maßnahmen zur Akzeptanz und Nutzung der Plattform mit dem Ziel der Steigerung der Kooperationsaktivitäten (z.B. Schulungsmaßnahmen, Newsletter). Zum anderen aus Sicht der Geschäftsführung der einzelnen Unternehmen, um ihnen sowohl den Nutzen einer Web 2.0-gestützten Kooperation aufzuzeigen als auch Sicherheit hinsichtlich des Kontrollverlustes zu geben.

Aus wissenschaftlicher Sicht wird mit der BSC ein etabliertes Instrument herangezogen, das im Kontext Web 2.0-basierter regionaler Netzwerke als Controlling-Verfahren eingesetzt werden kann: Einerseits, um die Nutzung und Akzeptanz von Web 2.0 Anwendungen in regionalen Kooperationen zu messen und andererseits, um die Wirksamkeit darauf basierender Maßnahmen zu überprüfen.

### 3 Balanced Scorecard: Stand der Forschung

#### 3.1 Die Balanced Scorecard

Die Balanced Scorecard (Abkürzung BSC) ist ein von Kaplan und Norton Mitte der 1990er Jahre entwickeltes Managementsystem, welches als Bindeglied zwischen Unternehmensstrategie und ihrer operativen Umsetzung fungiert [1][14]. Im Grundkonzept wird dabei die aus der Vision des Unternehmens abgeleitete Strategie durch vier Perspektiven operationalisiert (vgl. Bild 1).



**Bild 1: Perspektiven der Balanced Scorecard nach Kaplan und Norton [14]**

Die finanzwirtschaftliche Perspektive liefert anhand definierter Kennzahlen einen Überblick bezüglich des Erreichens der finanziellen Ziele. Die Kundenperspektive bildet Kunden- und Marktsegmente ab. Die interne Prozessperspektive beinhaltet Prozesse, die zur Erreichung der Ziele



aus der Finanz- und Kundenperspektive dienen. Die Lern- und Entwicklungsperspektive beschreibt die notwendige Infrastruktur zur Erreichung der Zielstellungen aus den drei vorgenannten Perspektiven. Für jede einzelne Perspektive werden die zu erreichenden Ziele, die zugehörigen Messgrößen in Form von Kennzahlen nebst konkreten Vorgabewerten und Maßnahmen zur Zielerreichung definiert. Anschließend ermöglicht ein Vergleich der aktuellen Kennzahlen mit denen aus der Vergangenheit eine Überprüfung, inwiefern die strategischen Zielsetzungen erreicht wurden. Die Stärken dieses mehrdimensionalen Managementinstrumentes liegen insbesondere in der Berücksichtigung auch nicht-finanzieller Ziele einer Organisation sowie in seiner Anpassbarkeit an verschiedene Anwendungskontexte. Aus diesem Grund greift eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten die BSC auf, die im Folgenden angesichts der vorliegenden Fragestellung skizziert werden.

### 3.2 Verwandte Arbeiten

Verwandte Arbeiten ermöglichen Einblicke in bisher erlangte Erkenntnisse sowohl in Bezug auf die Anwendung als auch bezüglich der Weiterentwicklungen bzw. Anpassungen der BSC. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Fragestellung sind insbesondere die nachfolgend vorgestellten Arbeiten relevant.

Arbeiten zum *Controlling von Unternehmensnetzwerken* fokussieren oftmals vertikale Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette (vgl. z.B. [32]) und Kooperationen im Bereich Forschung und Entwicklung (vgl. z.B. [8]). Hierbei steht insbesondere der Entwurf von Netzwerk Balanced Scorecards (NBSC) als Abgrenzung zu den unternehmensinternen Scorecards im Vordergrund. [15] betrachten diese als Bestandteil eines Integrierten Netzwerk-Controllings. Eine Systematisierung verschiedener Gestaltungsansätze der NBSC findet sich in [6]. In [11] kann zudem eine Übersicht zur Performance-Messung in horizontalen Kooperationsnetzen entnommen werden.

Das *Controlling virtueller Communities* wird im Community-Building und Community-Management-Modell [16] als separate Phase aufgeführt. Auf der BSC basierende Frameworks wurden in der Vergangenheit vordergründig für das E-Business Management entworfen (z.B. [22][27]). So entwickeln [20] beispielsweise eine E-Business BSC (EBBSC), in der sie die Kundenperspektive um die 4 Sub-Perspektiven brand, service, market and technology erweitern.

[12] führen grundlegend in theoretische Grundlagen und praktische Konsequenzen des *Controllings für Open Innovation* ein. Die Autoren stellen, basierend auf den 4 klassischen Perspektiven der BSC, Performance-Indikatoren für Open Innovation unter anderem für Innovation Communities vor. Diesen Ansatz verfeinern [10] mit der Ideencommunity-Scorecard. Aufbauend auf Ansätzen des Innovationscontrollings und des Controllings von Virtuellen Communities gelingt den Autoren eine Verknüpfung der beiden Bereiche. Jedoch reicht auch dieser Ansatz im Hinblick auf die vorliegende Fragestellung nicht aus, da er weder auf Unternehmensnetzwerke noch auf den nicht-wettbewerbskritischen Bereich abstellt.

Insgesamt muss demzufolge festgehalten werden, dass Arbeiten zum Einsatz oder zur Erweiterung der BSC im nicht-wettbewerbskritischen Bereich Web 2.0-gestützter KMU-Netzwerke bis dato nicht vorliegen. Mit dem vorliegenden Beitrag wird diese Lücke geschlossen. Dimensionen der BSC und Key Performance Indikatoren werden dabei aus bestehenden Arbeiten abgeleitet.

## 4 Die Balanced Scorecard in Web 2.0 gestützten KMU-Netzwerken

### 4.1 Überblick

Mit Hilfe der BSC lässt sich die Vision regionaler KMU-Netzwerke in Anlehnung an die von [1] herangeführten Dimensionen „Kunden“, „Finanzen“, „Prozesse“ und „Lernen“ grundsätzlich operationalisieren, um hierüber Strategien sowohl für das operative als auch das strategische Netzwerkmanagement zu realisieren. Hierbei ist der Entwurf einer offenen Netzwerk Balanced Scorecard (ONBSC) anzustreben, die abgegrenzt von der internen BSC der Mitgliedsunternehmen die Ziele der Web 2.0-basierten Kooperation beschreibt, mit Hilfe von Kennzahlen operationalisiert und entsprechende Maßnahmen zur Zielerreichung definiert.

Die ONBSC übernimmt zweierlei Aufgaben: Aus Sicht des Netzwerkmanagements gilt es die Web 2.0-basierte Kooperation zu kontrollieren, um hierüber gezielte Maßnahmen zur Verbreitung und Nutzung der Web 2.0-Plattform zu erreichen. Dem Management der einzelnen Unternehmen dient sie der Beurteilung des Nutzens der Web 2.0-basierten Kooperation, um über die Integration der Mitarbeiter in die überbetriebliche Zusammenarbeit zu entscheiden. Daher ist die ONBSC den teilnehmenden Unternehmen offen zugänglich zu machen.

Aufgrund der Besonderheiten regionaler KMU-Netzwerke ist eine Modifikation der Dimensionen der klassischen BSC nach [1] erforderlich: So beschreiben regionale Netzwerke eine räumliche Agglomeration an Unternehmen, die in unterschiedlichen Branchen und auf verschiedenen Märkten agieren. Aufgrund dieser Heterogenität konzentrieren sich die Aktivitäten der Netzwerke vor allem auf branchenübergreifende, nicht wettbewerbsorientierte Bereiche [3][7]. Sie sind weniger auf Gewinnorientierung als auf einen gegenseitigen Erfahrungs- und Wissensaustausch ausgerichtet, um etwa zur wirtschaftlichen Stärkung einer Region beizutragen. Demnach sind regionale KMU-Netzwerke ggf. in der Rechtsform des eingetragenen Vereins (e.V.) organisiert, dessen Arbeit nicht dem wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb, sondern gemeinschaftsfördernden oder politischen Interessen dient [18]. Im Kern steht das Erzielen einer Win-Win Situation für alle Beteiligten [7].

In diesem Sinne sind die Mitglieder als Kunden des regionalen KMU-Netzwerkes zu betrachten, für die spezifische Leistungen vom Netzwerk bereitgestellt werden. Die Mitglieder setzen sich aus den Mitgliedsunternehmen, deren Geschäftsführern und Mitarbeitern zusammen. Ziel ist es, die Mitglieder in die Netzwerkarbeit zu integrieren, um hierüber einen Austausch generieren zu können. Die Kundenperspektive nach [1] wird somit spezifiziert als *Mitgliederperspektive*.

In der klassischen BSC werden aus der Finanzperspektive Kosten und Erträge anhand von Kennzahlen definiert, um den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens zu spezifizieren. In regionalen KMU-Netzwerken greift diese finanzielle Sicht zu kurz, da es hier weniger um den wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb als um die Generierung von Nutzenpotentialen für die Mitglieder geht. Zudem kann sich die Erfassung der tatsächlich entstandenen Kosten als schwierig erweisen, wenn die Zusammenarbeit auf unentgeltlichem Engagement der Mitglieder beruht. Demzufolge ist der Fokus der Finanzperspektive eher auf den Nutzenaspekt zu legen, der Aufschluss über den Erfolg des regionalen Netzwerkes gibt. Im Kern steht dabei die Fragestellung, wie Nutzenpotentiale für die Unternehmen geschaffen werden können, um den Erfolg des Netzwerkes sicherzustellen. In der ONBSC wird die Finanzperspektive somit zur *Nutzenperspektive*.

Die weiteren Perspektiven „Prozesse“ und „Lernen“ bedürfen im Hinblick auf die ONBSC keiner Modifikation. Die *Prozessperspektive* bezieht sich im Kontext der regionalen KMU-Netzwerke

auf diejenigen Prozesse, die zur Generierung eines Nutzens für die Mitgliedsunternehmen von Relevanz sind. Diese Prozesse betreffen dabei sowohl interne Prozesse des Netzwerkes als auch die Austauschprozesse der Mitglieder untereinander. Die *Lernperspektive* gibt Aufschluss über die Fähigkeit des Netzwerkes, eine Weiterentwicklung des Netzwerkes entlang der Bedürfnisse der Mitglieder voranzutreiben.

Im Falle Web 2.0-basierter Kooperationen sind die Dimensionen über Ziele mittels Kennzahlen zu beschreiben und zu messen, die sich aus der Nutzung der in der Kooperation zum Einsatz kommenden Web 2.0-Anwendungen ergeben. Hierbei sind Möglichkeiten der quantitativen (Kennzahlen und Logfiles) und qualitativen Datenerhebung (inhaltliche Analysen und Selbsteinschätzungen der Mitglieder) heranzuziehen, die Aufschluss über das Nutzungsverhalten der Web 2.0-Anwendung geben [16].

Die Zusammensetzung der Kennzahlen der ONBSC ergibt sich zum einen aus den erhobenen Anforderungen der empirischen Studien des Forschungsprojektes [9] und zum anderen aus der Literatur. Die Dimensionen der ONBSC zur Web 2.0-basierten Zusammenarbeit lassen sich somit wie folgt definieren.

#### 4.2 Dimension „Nutzen“

Für die Analyse der Nutzenpotentiale, die über eine Web 2.0-basierte Zusammenarbeit generiert werden, empfiehlt sich eine Unterteilung nach [29], worin Web 2.0-Anwendungen gemäß ihrer Möglichkeiten in Authoring (Editieren und Publizieren), Sharing (Teilen von Informationen), Collaboration (Zusammenarbeit), Networking (in Kontakt kommen) sowie Scoring (Bewerten) voneinander abgegrenzt werden. Authoring und Sharing stehen mit der Prozess-Dimension in unmittelbarem Zusammenhang. Die weiteren Faktoren stellen wesentliche Zielgrößen für eine Bewertung der Nutzenpotentiale dar: So erlaubt der Aspekt des Networking eine Analyse des Nutzens im Hinblick auf die Entwicklung der über die Web 2.0-basierten Kooperation entstandenen persönlichen Netzwerke. Die Collaboration liefert einen Einblick in die inhaltliche Zusammenarbeit, die anhand von Kriterien, wie etwa führende diskutierte Themen oder Themen, die in dem Netzwerk in konkreten Projekten bearbeitet werden, bewertet werden können. Das Scoring ermöglicht eine Bewertung der diskutierten Themen und Ideen. Kennzahlen zu diesen Zielgrößen finden sich in Tabelle 1.

Zielgröße	Kennzahl
Netzwerkentwicklung	Größe der persönlichen Netzwerke
	Anzahl der Kontaktverbindungen zwischen Mitarbeitern / Geschäftsführern
	Anzahl der Partnerschaften zwischen einzelnen Mitgliedsunternehmen
Zusammenarbeit	Anzahl bestehender Projekte
	Anzahl Diskussionsbeiträge zu einzelnen Themen / Projekten
	Diskussionsdauer pro Thema / Projekt
	Dauer bis zum ersten Feedback zu einem neuen Thema / Projekt
	Führende diskutierte Themen / Projekte
Bewertung	Anzahl Bewertungen einzelner Themen / Projekte
	Wert der Bewertungen einzelner Themen / Projekte

**Tabelle 1: Zielgrößen und Kennzahlen der Dimension „Nutzen“**

### 4.3 Dimension „Mitglieder“

Wie in Abschnitt 2.1 erläutert, ist die Nutzung und Akzeptanz einer Web 2.0-basierten Plattform im Hinblick auf die Zusammenarbeit der Unternehmen in regionalen KMU-Netzwerken eng an die Generierung von Nutzenpotentialen gebunden, um die Mitarbeiter in einen unternehmensübergreifenden Austausch zu bringen. Nutzenpotentiale können jedoch nur dann entstehen, wenn möglichst viele Nutzer auf der Plattform agieren. Demzufolge zielt die Dimension „Mitglieder“ darauf ab, die fortlaufende Beteiligung der Mitglieder des Netzwerkes auf der Plattform sicherzustellen.

In Anlehnung an [10][25] können hier zunächst die Reichweite und Aktivität als Zielgrößen herangezogen werden: Die Reichweite als Indikator für die Anzahl der auf der Plattform agierenden Nutzer und die Aktivität als Index für die tatsächliche Nutzung der Plattform. Darüber hinaus ist als Zielgröße die Struktur der Mitglieder zu erheben, um Aufschluss über die aktiven Nutzer zu erhalten, welche sich in die Kooperation mit Beiträgen einbringen:

Zielgröße	Kennzahl
Reichweite	Anzahl der registrierten Unternehmen
	Anzahl der registrierten Nutzer
	Anzahl der registrierten Nutzer pro Unternehmen
	Netzwerkzugehörigkeitsdauer pro Unternehmen / Nutzer
Aktivität	Logins gesamt / pro Nutzer
	Logins der Nutzer pro Unternehmen
	Anzahl der aktiven Nutzer (Nutzer mit eigenen Beiträgen)
	Seitenaufrufe gesamt / pro Nutzer
	Anzahl Beiträge gesamt / pro Nutzer
	Verweildauer pro Nutzer
Mitgliederstruktur	Anzahl der Lead User
	Nutzertypen (Geschäftsführer, Mitarbeiter)
	Zugehörigkeitsdauer

**Tabelle 2: Zielgrößen und Kennzahlen der Dimension „Mitglieder“**

Aus Sicht des Netzwerkes können nach Definition der Vorgabewerte für die einzelnen Kennzahlen somit entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, um die Beteiligung an der Web 2.0-basierten Kooperation zu erhöhen. Gleichzeitig informieren die Kennzahlen die Mitgliedsunternehmen über die Aktivität der Zusammenarbeit auf der Web 2.0-Plattform und motivieren ggf. zur eigenen Teilnahme.

### 4.4 Dimension „Prozesse“

Unter der Dimension der „Prozesse“ sind in Bezug auf die Web 2.0-basierte Kooperation diejenigen Funktionalitäten zu betrachten, welche die Prozesse des Netzwerkes sowie die Austauschprozesse der Mitglieder untereinander betreffen.

[13] nimmt in diesem Zusammenhang eine Klassifikation von Web 2.0-Anwendungen nach den Funktionen Information (Bereitstellung, Verschlagwortung und Austausch von Informationen), Kommunikation (Unterstützung der Unternehmenskommunikation) und Beziehungen (Aufbau und die Pflege von Kontakten) vor (siehe Tabelle 3). Ergänzend zur Analyse der genutzten

Funktionalitäten ist eine Spezifikation im Hinblick auf den Informationsaspekt vorzunehmen, wonach zu unterscheiden ist, ob Informationen lediglich konsumiert und bereitgestellt (z.B. in Unternehmensprofilen) oder aber auch aktiv ausgetauscht werden (z.B. in Foren) [26]. Um den in Abschnitt 2.1 aufgeführten Kontrollanspruch der Unternehmen gerecht werden zu können, ist zudem die Zielgröße „Kontrolle“ mit aufzunehmen, die zum einen eine inhaltliche Prüfung der Zugehörigkeit der diskutierten Themen zum nicht-wettbewerbskritischen Bereich übernimmt und zum anderen überprüft, ob die Themen von Verantwortlichen aktiv moderiert und koordiniert werden.

Zielgröße	Kennzahl
Information	Anzahl aufgerufener Informationen
	Vollständigkeit von Unternehmens- und persönlichen Profilen
	Anzahl verfasster Beiträge
Kommunikation	Aufgerufene Kontaktdaten
	Anzahl geschriebener Nachrichten
Beziehungen	Anzahl gestellter Kontaktanfragen
	Anfragen zur Aufnahme ins Netzwerk
Kontrolle	Inhaltlicher / thematischer Fokus der Beiträge
	Anzahl gemeldeter Beiträge bei Verstößen gegen die Netiquette
	Anteil moderierter Themen
	Anzahl der Beiträge des Moderators innerhalb eines Themas

**Tabelle 3: Zielgrößen und Kennzahlen der Dimension „Prozesse“**

#### 4.5 Dimension „Lernen“

Angelehnt an [10][25] kann die Lernperspektive anhand der Zielgrößen Trends, Rekrutierung und Integration beschrieben werden. Die Trends sind auf Ebene des Netzwerkes zu betrachten, da diese Aufschluss über die Fähigkeit zur Weiterentwicklung des Netzwerkes geben: Einerseits durch das Erkennen der Bedürfnisse der Mitglieder und andererseits durch die Identifizierung neuer relevanter Themen und Projekte, die als „neue“ Dienstleistungen in dem Netzwerk bearbeitet und angeboten werden können. Darüber hinaus sind über die Dimension des Lernens Zielgrößen zu definieren, welche die Durchdringung der Netzwerkarbeit bis hin zur Mitarbeiter-ebene betreffen. In diesem Sinne sind die Entwicklungen sowohl bezüglich der Rekrutierung neuer Mitarbeiter als auch im Hinblick auf die fortlaufende Integration der Mitarbeiter in die Web 2.0-basierte Zusammenarbeit zu betrachten. Kennzahlen zu diesen Zielgrößen finden sich in Tabelle 4.

Zielgröße	Kennzahl
Trends	Anzahl neu identifizierter Themen / Projekte
	Bedürfnisse der Mitglieder
Rekrutierung	Neu angemeldete Mitarbeiter
	Neu registrierte Unternehmen
Integration	Anzahl neu registrierter Mitarbeiter
	Logins neu registrierter Mitarbeiter

**Tabelle 4: Zielgrößen und Kennzahlen der Dimension „Lernen“**

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Web 2.0-basierte Kooperationen in regionalen KMU-Netzwerken im nicht-wettbewerbskritischen Bereich implizieren eine offene Netzwerkstruktur, in der sich die Mitarbeiter der beteiligten Unternehmen mit ihrem kreativen Potential einbringen können. Doch die damit verbundenen Öffnungsprozesse der Unternehmen in Richtung eines solchen Austausches ist an Bedingungen geknüpft, die eine Bestimmung des Nutzens der Kooperation und darüber hinaus eine Kontrolle der Aktivitäten innerhalb einer Web 2.0-Plattform des Netzwerkes erforderlich machen.

Mit der offenen Netzwerk Balanced Scorecard (ONBSC) wurde ein Instrument entwickelt, mit dem regionale KMU-Netzwerke in die Lage versetzt werden, die Akzeptanz und Nutzung Web 2.0-basierter Anwendungen zur Unterstützung der Kooperationsaktivitäten bestimmen und steuern zu können. Die Dimensionen, Zielgrößen und Kennzahlen wurden aus bestehender Literatur sowie den Ergebnissen eines Forschungsprojektes abgeleitet. Künftige Forschungsarbeiten befassen sich mit der Konkretisierung der Scorecard anhand eines Fallbeispiels, um sie hierüber evaluieren zu können.

## 6 Literatur

- [1] Kaplan, RS; Norton, DP (1996): *Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Harvard Business School Press, Boston.
- [2] Thielemann, F (1996): *Die Gestaltung von Kooperationen kleiner und mittlerer Unternehmen*. Innovation: Forschung und Management. Nr. 7, IAI Institut für angewandte Innovationsforschung, Bochum.
- [3] Bellmann, K; Gerster, B (2006): *Netzwerkmanagement kleiner und mittlerer Unternehmen: Eine theoretische und empirische Untersuchung*. In: Bellmann, K; Becker, T (Hrsg.), *Wertschöpfungsnetzwerke*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- [4] Lindermann, N; von Kortzfleisch, HFO (2011): *Im Feld entwickelt, implementiert und analysiert: Entwicklung und Nutzung eines Web 2.0-basierten Prototypen in einem regionalen KMU-Netzwerk – eine Evaluation*. In: Von Kortzfleisch, HFO; Jung, RH; Nüttgens, M (Hrsg.), *Web 2.0 für KMU-Netzwerke - Ein gestaltungsorientierter Ansatz zur Steigerung der Innovation und Selbstorganisation von Unternehmensverbünden*. EUL-Verlag, Lohmar-Köln.
- [5] Peris, M; Blinn, N; Nüttgens, M (2011): *Evaluation der im WirtschaftsForum Neuwied implementierten prototypischen Web 2.0-Plattform aus Sicht der Technologieakzeptanz*. In: Von Kortzfleisch, HFO.; Jung, RH; Nüttgens, M (Hrsg.), *Web 2.0 für KMU-Netzwerke - Ein gestaltungsorientierter Ansatz zur Steigerung der Innovation und Selbstorganisation von Unternehmensverbünden*. EUL-Verlag, Lohmar-Köln.
- [6] Siepermann, C; Vockeroth, J (2008): *Gestaltungsansätze einer Netzwerk-Balanced Scorecard*. In: Becker, J; Knackstedt, R; Pfeiffer, D (Hrsg.), *Wertschöpfungsnetzwerke*. Physica, Heidelberg.
- [7] Sydow, J (2001): *Management von Netzwerkorganisationen – Zum Stand der Forschung*. In: Sydow, J (Hrsg.), *Management von Netzwerkorganisationen – Beiträge aus der Managementforschung*. Gabler, Wiesbaden.

- [8] Al-Ashaab, A; Flores, M; Doultsinou, A; Magyar, A (2011): A balanced scorecard for measuring the impact of industry–university collaboration. *Production Planning & Control* 22(5-6):554-570.
- [9] Blinn, N.; Nüttgens, M.; Lindermann, N. (2010). Web 2.0 in SME networks – a design science approach considering multi-perspective requirements. *Journal of Information Science and Technology*, 7(1): 3-21.
- [10] Blohm, I; Leimeister, JM; Rieger, M; Krcmar, H (2011): Controlling von Ideencommunities - Entwicklung und Test einer Ideencommunity-Scorecard. *Controlling* 23(2):96-103.
- [11] Cheikhrouhou, N; Piot, G; Pouly, M (2010): A multi-criteria model for the evaluation of business benefits in horizontal collaborative networks. *Journal of Intelligent Manufacturing* 21(3):301-309.
- [12] Hilgers, D; Piller, F (2009): Controlling für Open Innovation - Theoretische Grundlagen und praktische Konsequenzen. *Controlling* 21(2):5-11.
- [13] Hippner, H (2006): Bedeutung, Anwendungen und Einsatzpotentiale von Social Software. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 43(252):6-16. Dpunkt, Heidelberg.
- [14] Kaplan, RS; Norton, DP (1996): Using the balanced scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review* (74)1:75-85.
- [15] Lange, C; Schaefer, S; Daldrup, H (2001): Integriertes Controlling in Strategischen Unternehmensnetzwerken. *Controlling* 13:75-83.
- [16] Leimeister, JM; Krcmar, H (2006): Community-Engineering: Systematischer Aufbau und Betrieb Virtueller Communitys im Gesundheitswesen. *Wirtschaftsinformatik* 48(6):418-429.
- [17] McAfee, A (2006): Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration. *MIT Sloan Management Review* 47(3):21-28.
- [18] Müller-Jentsch, W (2008): Der Verein – ein blinder Fleck in der Organisationssoziologie. *Berliner Journal für Soziologie* 18(3):476-502.
- [19] Pisano, G; Verganti, R. (2008): Which Kind of Collaboration is Right For You? Harvard Business Press.
- [20] Plant, R; Willcocks, L; Olson, N (2003): Measuring e-business performance: Towards a revised balanced scorecard approach. *Information Systems and E-Business Management* 1(3):265-281.
- [21] Tredinnick, L (2006): Web 2.0 and Business – A Pointer to the Intranets of the Future? *Business Review* 23(4):228-234.
- [22] Wang, F; Forgionne, G (2007): EBBSC: a balanced scorecard-based framework for strategic e-business management. *International Journal of E-Business Research* 3(1):18-40.
- [23] West, J; Lakhani, K (2008): Getting Clear About Communities in Open Innovation. *Industry and Innovation* 15(2):223-231.
- [24] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. *Wirtschaftsinformatik* 49(4):280-287.

- [25] Blohm, I; Leimeister, JM; Krcmar, H (2011): Managing Open Innovation Communities – Development and Test of Open Innovation Community Scorecard. *Proceedings of the R&D Management Conference*. Schweden.
- [26] Schaarschmidt, M; von Kortzfleisch HFO; Valcárcel, S; Lindermann, N (2011): Web 2.0 enabled Employee Collaboration in Diverse SME Networks: A CEOs Perspective. *Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems*. Helsinki.
- [27] Yu, C (2005): Linking the balanced scorecard to business models for value-based strategic management in e-business. Bauknecht, K; Pröll, B; Werthner, H (Hrsg), *Proceedings of 6th International Conference*. Copenhagen.
- [28] Stenmark, D (2008): Web 2.0 in the Business Environment: The New Intranet or a Passing Type? *Proceedings of the 18th European Conference on Information Systems*. Galway.
- [29] Pleil, T (2009): Social Software im Redaktionsmarketing. Leseorientierung durch Weblogs & Co. <http://thomaspleil.wordpress.com/files/2006/09/pleil-medien-2-0.pdf>, Abgerufen am 15.09.2011.
- [30] O'Reilly, T (2005): What Is Web 2.0? Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. <http://www.oreilly.de/artikel/web20.html>. Abgerufen am 15.09.2011.
- [31] O'Reilly, T (2006): Web 2.0 Compact Definition: Trying Again. <http://radar.oreilly.com/archives/2006/12/web-20-compact.html>. Abgerufen am 15.09.2011.
- [32] Stüllenber, F; Schulze im Hove, A (2011): Die Netzwerk-Balanced Scorecard als Instrument des Netzwerk-Controlling. <http://cosmic.rz.uni-hamburg.de/webcat/hwwa/edok05/f11026g/TR03002.pdf>. Abgerufen am 10.08.2011.



# **Towards a Model for Collective Intelligence, Emergence and Individual Motivation in the Web 2.0**

**Alexander Kornrumpf, Ulrike Baumöl**

FernUniversität in Hagen, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,  
insbesondere Informationsmanagement, 58084 Hagen,  
E-Mail: {alexander.kornrumpf, ulrike.baumoel}@fernuni-hagen.de

## **Abstract**

In this paper we sketch out a two-way-path from the general definition of collective intelligence to the specific usage of collective intelligence in 'corporate web 2.0' and back again. On the one hand we argue for a better formal underpinning of the connection of micro-level activities and macro-level emergents in the context of collective intelligence. On the other hand we reason that explicit consideration of examples from the web 2.0 in the discussion of collective intelligence will lead to better models of collective intelligence if done systematically. We propose a first step towards a model that could help to understand emergence and individual motivation in collective intelligence systems.

## **1 Introduction**

Collective intelligence is still a relatively new field of research. This can be seen e.g. by looking at the research agenda provided by Malone [17] which includes (1) collecting examples, (2) creation of new examples, (3) systematic studies and experiments and finally (4) theories "to help tie all these things together". Research on collective intelligence today is split within this agenda. On the one hand there are theory-driven approaches [26, 14, 23], mostly inspired by biological swarm intelligence [5], which introduce notions such as emergence, i.e. that the collective is capable of doing what no single individual in it could have done. On the other hand there are example driven approaches mostly inspired by the manifestation of collective intelligence in the web 2.0 [4] which catalogue examples using the 'genome' [18] or characteristics [9] of collective intelligence. These approaches are however not mutually exclusive. Ideally there should be a continuous theoretical path from a general definition as e.g. stated by Malone [17] – "Collective intelligence is groups of individuals doing things collectively that seem intelligent." – to the variety of examples and vice-versa.

This path has yet to be fully described, an end towards which this paper may make only a first step. We concentrate on examples from the web 2.0 since they are well understood in previous work. On from its introduction, the term web 2.0 has been strongly connected to the concept of harnessing collective intelligence [20] so that the web 2.0 is by definition a source

for many examples of collective intelligence. The main problem is that the discussion of such examples is agnostic of a formal notion of collective intelligence beyond the level of aforementioned definition. It also often does not take into account that collective intelligence is enabled by computer systems [14], neither on an abstract level as discussed by Heylighen [11] and Lykourantzou et al. [16], nor on the level of implementation as shown in [1]. This however maybe one of the strongest links between collective intelligence and the web 2.0. Stocker et al. [24] discuss corporate web 2.0 in the context of social and technological aspects, highlighting that the web 2.0 is a socio-technical system.

In this we present two central ideas. First that the isolation of collective intelligence properties from examples, be it ‘alleles’ in the genome metaphor or characteristics as presented in [9], may make use of the concept of distinctive features to come to more concise results. Second that the collective activity may be modelled using a Markov Decision Process as to overcome shortcomings of previously described formalisms of collective intelligence. To this end, the paper is structured as follows: In section 2 we review previous research on the properties of collective intelligence with respect to the construction of a continuous path between definition and example. In section 3 we look at a class of examples for collective intelligence systems: the corporate web 2.0. We discuss how examples can reshape the way we think about collective intelligence. In section 4 after we have identified the need to better explain emergence and the motivation of individuals in collective intelligence systems, we propose a model that can be seen as a first step towards a better understanding. The paper is concluded by section 5.

## 2 Properties of Collective Intelligence

### From Definition to Example

The working definition [17] of collective intelligence as stated in the introduction intentionally is very broad. This is because collective intelligence includes phenomena reaching from individuals with very limited capabilities collectively performing relatively complex tasks beyond their own comprehension (e.g. ants and bees) to highly intelligent individuals displaying collective behaviour which is not very much more intelligent than the individuals themselves (e.g. team sports) [11]. The observation of swarm intelligence [5] at the one end of the spectrum has led to the understanding that emergence is a defining property of collective intelligence [23]. The notion of emergence is usually very vague [7] but may be formulated in the following general manner [8]:

“A system exhibits emergence when there are coherent emergents at the macro-level that *dynamically* arise from the interactions between the parts at the micro-level. Such emergents are *novel* w.r.t. the individual parts of the system.”

In the context of collective intelligence, the ‘*emergents*’ may be problem solving abilities [26], knowledge [14] and the like. With this concept at hand, it can be said that, regardless the perceived overall intelligence of the collective, the degree of emergence in insect societies, that build large hives without any grasp of the concept itself, is much higher than in sport teams, where every individual has very good understanding of the ongoing interactions.

Such top-down research helps to define collective intelligence but it does not help to describe, let alone create it. In contrast, bottom-up research starts by observing phenomena

from the domain of web 2.0 applications [4, 18] or, more technical, collective intelligence systems [16] and generalises the findings to characteristics of collective intelligence. Recently, Georgi and Jung [9] synthesised these observations into one model of collective intelligence. In addition, in an attempt to link ideas from different fields, they isolated further characteristics of collective intelligence from the domains of organisation theory and business process management.

Characteristic	Possible Values
Individual Goal	Depending on each individual
Background of Individuals	Experts, Amateurs
Form of input	Instruction, Intellect, Raw Material
Size of contribution	Ranges from small to large
Community Goal	Create, Decide
Form of Cooperation	Collaboration, Competition, Collection
Form of Decision-Making Process	Distributed, Decentralised
Decision Making Process	Groups: Voting, Consensus, Averaging, Prediction Market Individuals: Markets, Social Networks, Final Ballot
Objective of task	Creation of knowledge, designs/descriptions of products/services, physical products. Decision about the correctness of knowledge, the best design/description, the most suitable physical product.
Form of output	Tangible Output, Intangible Output
Basic Collective Intelligence Form	Active System, Passive System
Organisational Pattern	Crowd, Hierarchy
Stakeholders	Initiators, Contributors, Beneficiaries

**Table 1: Characteristics describing collective intelligence [9]**

Table 1 displays the characteristics of collective intelligence as identified by Georgi and Jung [9]. We will not discuss every characteristic in detail here, as this has extensively been done in related work [4, 9, 18]. For purposes of constructing a path between theory-driven definitions and example-driven characteristics, we believe that it should be investigated how the characteristics map to the micro-level macro-level dichotomy of emergence. To this end, we have reordered the characteristics to roughly fall into four smaller groups: characteristics of the (1) individuals taking part (2) collective and its activities (3) result of the activities and (4) system in which the collective resides. Micro-level activity is characterised naturally by the collective activities in the second group, especially by the form of cooperation and the decision making process. Macro-level emergents in the same way are characterised by the task-centric description of the results in the third group. We have already stated knowledge and problem solving abilities as collective intelligence related examples of emergents. Designs and decision making abilities can be viewed as subcases. However, most importantly, to differentiate emergents from plain results, according to the account of emergence given above, the emergents have to be evaluated with respect to their novelty to the individuals where the individuals are described by the first group of characteristics.

The application of the theoretical concept of emergence to characteristics mostly synthesised from example reveals some room for improvement in the list of characteristics. On the one hand, it is difficult to judge whether ants are “experts” or “amateurs” when it comes to “ant-tasks” but most likely they qualify as experts. Nevertheless the emergent is far beyond their individual capabilities. On the other hand, the emergents produced by a committee of human experts may be only little better than the results they would have produced working individually [11]. Rather than a notion of *expertise* of the individuals with respect to the task domain, what would be needed to evaluate emergence is a notion of the *complexity* of the specific task with respect to the individuals [26]. Along the same lines, the *size of contribution* should probably be defined relative to the task. Emergence seems to be more likely where the individual contribution is only a very small fraction of the task (again think of ants) because this indicates that a larger fraction of the task could not efficiently have been completed by a single individual. Thus the relative size of the contribution is also a statement about the individual capabilities in relation to the task. This is also indicated, but admittedly not proven, by the fact that many examples of collective intelligence require only a small contribution of each individual while the examples where large contributions are required are rare [9]. In terms of emergence it could even be questioned whether these rare examples qualify as collective intelligence at all. In the most extreme case there would be a large pool of tasks together with a bijective mapping of the task to a “collective” of individuals. In this scenario although there is a “collective” involved there is no emergence whatsoever. Or, in terms of the general definition, the “collective does not act collectively”.

### 3 Socio-Technical Collective Intelligence Systems in the Web 2.0

#### From Example to Theory

In the previous section we have shown that the set of collective intelligence characteristics is far from being undisputable but also, that application of the concept of emergence may help to identify weaknesses and better understand the role of individual characteristics for the big picture of collective intelligence. In this section we explore the same path in the opposite direction and propose a way in which characteristics gained from example can be evaluated with respect to their suitability to enrich a general theory of collective intelligence.

Collective intelligence research in general lacks a clear understanding of how emergence occurs, i.e. how micro-level activities lead to macro-level emergents. Micro-level activity is typically complex [23] and this makes it difficult to delimit micro-level characteristics which are often interdependent, e.g. it is not trivial, that the individual goals should miraculously align with the community goals. The usage of such interdependent characteristics also makes it hard to apply the model to real-world examples. There is no explanation of how characteristics which are possibly irrelevant for a specific system can be identified and why they should be bothered with. Looking at the above list of characteristics the “*form of decision-making*” characteristic e.g. might not have admissible values in *purely creative* scenarios or, in reverse, if every scenario is assumed to have a decision-making aspect, the differentiation of *community goals* into creation and decision appears to be less sensible. A complete set of characteristics that describes collective intelligence will probably never exist. Moreover if characteristics are added unsystematically, the set of characteristics has the potential to become very large and confusing. A more systematic approach would

agglomerate characteristics that only occur together and also concentrate only on relevant characteristics. To identify such characteristics we suggest using what linguists call *distinctive features* [12]. A set of characteristics is called a distinctive feature if it alone can make the distinction between two equivalence classes, here of collective intelligence systems. This definition clearly makes distinctive features relevant. It also groups interrelated characteristics as they never can be distinctive alone. For a set of characteristics  $f$  to be a distinctive feature it is necessary, that there either exists a *minimal pair*  $a, b$  so that the characteristics of  $a$  and  $b$  are different if and only if the characteristic is contained in  $f$  or, in extension of that concept there exists a set of *contrastive pairs* so that e.g.  $a$  and  $b$  differ in the features  $f$  and  $g$  but also there exists a pair  $c, d$  that differs only in  $f$  and  $h$ . It is also necessary that no subset of  $f$  is a distinctive feature itself. Together the conditions are sufficient. The use of distinctive features provides a way to derive and organise collective intelligence characteristics from example.

Currently there exist too few well-described examples of collective intelligence systems to form a concise set of contrastive pairs. At the current state-of-the-art, the conception of distinctive features is therefore mainly useful to decide what a valuable characteristic is *not*, i.e. to identify characteristics whose values are coupled to that of another one and therefore can never make a difference without alone without also changing that other characteristic. We illustrate this now with an extensive example. As we have already mentioned the web 2.0 is closely related to “harnessing collective intelligence” [20]. The role of collective intelligence for web 2.0 business models [21] has been discussed in detail by Ickler [13]. More fundamentally, Stocker et al. [24] define ‘*corporate web 2.0*’ as opposed to non-commercial endeavours such as Wikipedia and private blogs:

“Corporate Web 2.0 can be defined as transformation of the social and technological aspects of the new internet into business, leading to a redesign of existing business processes or even to an evolution of new business models.”

Corporate web 2.0 is built on three pillars: business, social aspects and technology. The first pillar includes the business models and business processes that finally lead to value creation. The latter two define the socio-technical system that serves as a basis and an enabler for value creation. Furthermore, the opportunities for value creation, based on the web 2.0, increase exponentially with increasing focus of the business model on it [24]. Stocker et al. [24] understand the social pillar of corporate web 2.0 as a paradigm shift towards distributed generation of content. In the 1970s the term ‘*prosumer*’ was coined to illustrate that consumers become involved in the production process, e.g. through the increased customisability of consumer goods. In the context of corporate web 2.0, what is produced is often intangible and not consumed by usage. This situation is better reflected by the notion of ‘*produsage*’ [6]. Producers seamlessly move around among different roles as creators and users of content. Another related concept is that of self-organising communities [15]. Self-organisation often occurs together with emergence but they are not the same. By definition of De Wolf and Holvoet [8]:

“... the essence of emergence is the existence of a global behaviour that is novel w.r.t. the constituent parts of the system. The essence of self-organisation is an adaptable behaviour that autonomously acquires and maintains an increased order ...”

This raises the question of how self-organisation can be reflected as a characteristic of collective intelligence. Self-organisation is closely related to collective intelligence but it is not one of its inherent properties [23]. While the web 2.0 as a whole can be said to be self-organising, we want to first point out that strict self-organisation may not occur in the context of corporate web 2.0 because as we have discussed above the frame of reference is set and influenced by the company and not by the collective. It might be more fruitful to either use a non-binary characteristic to describe a specific collective intelligence system, e.g. its “degree of self-organisation”, or use a weaker term altogether. Ickler [13] differentiates between collective intelligence of *connected* and collective intelligence of *unconnected* individuals. Connected collectives wherein the individuals are aware of each other will display a tendency to self-organisation whereas unconnected collectives have to rely on an external aggregator to aggregate the results of their independent activities. Since taking this idea into account would basically add a new characteristic to the collective intelligence model of Georgi and Jung [9], following the above discussion it should also be inspected with respect to interdependencies with the existing characteristics. The definition of *decentralized* decision making i.e. many individuals independently making decisions [4] already requires unconnectedness as connections imply dependencies. In contrast, *distributed* decision making, i.e. the agreement of the collective on one common decision is greatly alleviated if the individuals are connected. The “*form of decision-making*” characteristic therefore is not distinctive alone and can be replaced with a new feature that applies to both, creative and decisive tasks.

There is more that collective intelligence research can gain from inspection of the web 2.0. The technological pillar of corporate web 2.0 is discussed by Stocker et al. [24] with a focus on standards and quasi-standards such as AJAX and software for wikis and blogs but without an explicit consideration of collective intelligence technologies. Collective intelligence researchers often leave the discussion of implementation to “practitioners” such as e.g. Alag [1], presumably because the algorithms often are – admittedly innovative – applications of well-known ideas. Despite their limited novelty, analysis of collective intelligence algorithms could turn out to be a missing link in our theoretical path. This can be illustrated e.g. by Google’s “PageRank” algorithm [22]. The algorithm gives a very precise account of how micro-level activities – web-site creators linking to other web-sites – lead to macro-level emergents, in this case a ranking of all web-sites by “quality”. The ranking is previously unknown by the individuals and therefore emergent. Even the notion of quality is emergent in the sense that it is an implicit average over the quality criteria applied by the individual users when setting their links. On a more abstract level, the technical aspects of collective intelligence systems have been discussed by Lykourantzou et al. [16]. The differentiation of into active and passive systems as included in the characteristics above stems from their work. PageRank implements a *passive* collective intelligence system, one that does not require action from the individual other than the behaviour the individual would have presented in absence of the system. In this case the behaviour is the creation of websites. In passive systems the individual motivation is almost irrelevant, provided the behaviour remains unchanged but the motivation of the individuals is crucial for *active* collective intelligence systems [16]. This illustrates again the concept of distinctive features. A minimal pair “*basic collective intelligence form*” cannot be provided because a change of this characteristic requires a change of the “*individual goal*”.

## 4 Understanding Emergence and Individual Motivation

### Lessons Learned on the Way

With the concept of distinctive features we have proposed a formalism to inspect the interrelations of different characteristics of collective intelligence with respect to the classification of examples of collective intelligence systems. We have yet to explain the interaction of the different characteristics with respect to creating emergence. In the following we will look at the socio-technical aspects of *active* collective intelligence systems. We develop a model that abstracts away from specific tasks. To understand emergence the model has to account for micro-level activities or *actions* but we say nothing more about the nature of the actions than their effect on the system. To understand motivation we need to account for *individual and community goals*. We start with the discussion of the case of *connected* individuals and then briefly show how it can be extended to *unconnected* individuals. We also only discuss the discrete case here.

Lykourantzou et al. [16] have modelled collective intelligence systems using actions ( $\vec{a}$ ), a system state ( $\vec{s}$ ) and some objectives ( $\vec{g}$ ). They also model the functional dependencies between them, e.g. that the future state is a function of the current state and the actions taken, but say nothing about the specifics of the functions. The semantic background of the model therefore is not very sophisticated. Such background is provided by Heylighen [11]. Technically speaking, collective intelligence is the ability of a collective of agents to transform a system from an initial state into a more desired future state. The state may include long-term results of previous work, so called *stigmergic signals* from the Greek stigma (“mark”) and ergon (“work”), as well as the state of the object which is currently worked on. Heylighen [11] describes the individual’s internal representation of the problem domain as a mental map. The central idea is that every individual has an incomplete and probably inaccurate mental map of the problem but together they can develop an accurate collective mental map by means of averaging, feedback loops and division of labour. The solution to a problem is then a path on that map from some initial state  $\vec{s}_1$  to some explicit goal state  $\vec{s}_k$ . Unfortunately, the model fails to make the difference between the collective mental map and its object, i.e. a “true” representation of the problem. It also does not explain what makes one state more preferable than another and how the individuals can actively influence the state using actions. In produsage scenarios there is no identifiable final state as the artefacts are never finished and always subject to further development [6]. Moreover, making the collective mental map explicit would require that individuals are able to grasp it, something clearly not the case in the presence of emergence.

One line of collective intelligence research models collective intelligence systems by using methods of reinforcement learning [28]. Wolpert and Tumer [28] however are of the opinion that the traditional understanding of reinforcement learning as the solution to a Markov decision process, as described in [25], is insufficient to model collective intelligence because the resulting models typically are simplistic. We want to challenge this opinion on the grounds that Markov decision processes have already been applied in the study of collective actions, e.g. [27], and, in a collective intelligence context, can be seen as a logical extension of the work of Lykourantzou et al. [16]. We will show how the modelling of a collective intelligence system as a Markov decision process may link the abstract notion of a system by Lykourantzou et al. [16] to the semantic background provided by Heylighen [11] at the

same time addressing the aforementioned weaknesses of the latter approach. Following quantitative research on social interaction and group utility, we assume that the agents actively pursue both individual and community goals but with varying effort [2]. The agents profit from the community [10] and are also willing to invest for that profit. This pursuit of goals at the same time motivates the individuals to navigate their mental map of the problem and raises an individual preference order over the states. The Markov decision process itself models the underlying “true” system, as opposed to a map of the system, i.e. typically the individuals who are in this context called agents do not know the details of the underlying markov decision process. Building an internal representation of the process from observation is the objective of reinforcement learning. Following reinforcement learning literature [25] we assume that the individual agents seek to maximise their return, a concept which we will soon explain. With all this prerequisites at hand we are set to introduce our model.

A Markov decision process is a 4-tuple  $(S, A, P, Q_i)$ .  $S$  denotes a set of states, i.e.  $\vec{s}_t \in S$  is an encoding of the *state* of the system at time  $t$ . In connected collective intelligence scenarios the same state is observable by all agents and serves as the collective’s shared memory.  $A(\vec{s})$  is a set of actions the agents may perform when in state  $\vec{s}$ . We assume that the agents will agree upon a common action  $\vec{a} \in A$  in the connected case. Otherwise the nature of states and actions is dependent on the specific scenario.  $P(\vec{s}, \vec{a}, \hat{s})$  models the probability that the state will become  $\hat{s}$  if action  $\vec{a}$  is taken in state  $\vec{s}$  and  $Q_i(\vec{s}, \vec{a})$  is the expected reward for agent  $i$  for taking action  $\vec{a}$  in state  $\vec{s}$ . Note that in the original Markov decision process there is only one agent and consequently only one reward function. Rewards may be negative. The agents get rewarded for a state transition i.e. the transformation from a state  $\vec{s}$  to another state  $\hat{s}$  by some action  $\vec{a}$ . We call the reward of agent  $i$  for such a transition  $r_i$ .  $Q_i$  then becomes the expected value over all future states with respect to  $P$ , i.e.

$$Q_i(\vec{s}, \vec{a}) = \sum_{\hat{s} \in S} P(\vec{s}, \vec{a}, \hat{s}) r_i(\vec{s}, \vec{a}, \hat{s}) \quad (1)$$

To define  $r_i$  we recall that the overall objective is to transform the system into a more desirable state than the status quo. It is now the question what makes one state more desirable than another. In principle this can only be answered individually since preferences may vary for every agent. Following the discussion at the beginning of this section, let  $\vec{g}_{Li}$  and  $\vec{g}_{Ci}$  be an encoding of the individual and collective goals of agent  $i$  in. Agent  $i$ ’s judgment of a state  $\vec{s}$  may now be expressed by some objective function:

$$\Gamma_i(\vec{s}) = f(\vec{g}_{Li}, \vec{g}_{Ci}, \vec{s}) \quad (2)$$

The system goes through a series of states  $(\vec{s}_t, \vec{s}_{t+1}, \dots, \vec{s}_T)$  over time. This is called a markov chain. Let  $c_i(\vec{a})$  be the costs for agent  $i$  to perform action  $\vec{a}$ . We define the reward of the transformation from  $\vec{s}_{t-1}$  to  $\vec{s}_t$  by taking action  $\vec{a}$  as the subjective improvement of the state minus the costs of that improvement. The reward of agent  $i$  at timestep  $t$  is given by

$$r_{i,t} = \Gamma_i(\vec{s}_t) - \Gamma_i(\vec{s}_{t-1}) - c_i(\vec{a}_t) \quad (3)$$

The last question is how to determine what action to take given a state. It is well known that the greedy strategy, i.e. the maximisation of the immediate reward can be suboptimal, e.g. when it leads to a state from which there is no path to the optimal state. It is therefore assumed that the agents maximise the sum of their rewards, which is called the return  $R_i$ .



By insertion it can be seen that return of a finite path from an initial state  $s_1$  to a goal state  $s_k$  is

$$R_i = \Gamma_i(\vec{s}_k) - \Gamma_i(\vec{s}_1) - \sum_{t=1}^k c_i(\vec{a}_t) \quad (4)$$

Produsage, i.e. continuous improvement of the status-quo over virtually infinite time, would lead to an infinite return. This situation can be modelled using the discounted return  $R_{i,t}$  at a given time  $t$ . The idea is that an agent at time  $t$  will value the immediate reward she gets higher than rewards in the future. The discounted reward is defined as

$$R_{i,t} = \sum_{j=0}^k \gamma^j r_{i,t+j+1} \quad (5)$$

where  $\gamma < 1$  is the discount factor and  $\gamma = 0$  would model a greedy agent.

The case of unconnected individuals can be modelled using a decentralised markov decision process [3]. Without going into too much detail we present the basic ideas. Since the agents are unconnected, they can no longer agree upon a common action but act individually so that for  $n$  agents the action set is redefined as the set of joint actions  $A = A_1 \times \dots \times A_n$  where  $A_i(\vec{s})$  is the set of actions that can be taken by agent  $i$  in state  $\vec{s}$ .  $P$  and  $Q_i$  have to be redefined accordingly. The agents may also no longer observe the full state in the unconnected case; otherwise the state would be an implicit connection. The joint set of observations is  $\Omega = \Omega_1 \times \dots \times \Omega_n$ . The observation function

$$O(\vec{s}, (\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n), \hat{s}, (\vec{o}_1, \dots, \vec{o}_n)) \quad (6)$$

indicates the probability of the agents making the joint observation  $(\vec{o}_1, \dots, \vec{o}_n) \in \Omega$  when taking the joint action  $(\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n) \in A$  in state  $\vec{s}$  and thereby arrive at state  $\hat{s}$ . The joint observation should fully determine the state, i.e.

$$O(\vec{s}, (\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n), \hat{s}, (\vec{o}_1, \dots, \vec{o}_n)) > 0 \Rightarrow P(\hat{s} | (\vec{o}_1, \dots, \vec{o}_n)) = 1 \quad (7)$$

To solve decentralised markov decision processes, different methods than for the centralised case are required but in terms of collective intelligence, the same considerations can be applied.

While previous models were only vague about state transitions and the choice of actions by using a Markov decision process we are able to make precise statements about the transitions using a probability function and make the choice of optimal actions accessible to the established theory of reinforcement learning. This also is the key to differentiate between the actual problem and the agent's internal representation of it. Furthermore, the model better fits into the semantic background. We have discussed the semantics of states and actions in connected and unconnected scenarios. We also can account for the fact that most real-life scenarios are not deterministic. In scenarios with a defined final state we go beyond previous models by requiring a cost-efficient solution. In equation (4) the initial and final states are identical for every path so that maximising the return equals finding a series of cost-minimal actions. Scenarios which continue indefinitely were not even possible previously. Our model allows agents to navigate on a not explicitly known collective mental map, a true sign of emergence. In both, connected and unconnected scenarios agents can explicitly determine their preferred action in a given state. This is entirely a micro-level

activity based only on the observation of the current state and the possible actions. The agents' assumptions about the other states and the associated rewards may be incomplete or inaccurate. The actions are aggregated still on micro-level to one action either by joining them or by using one of the many methods mentioned in this paper. Emergence occurs only through the effect of the combined action. This greatly reduces the effort of applying the model to a specific system because emergence has not to be modelled again for every system. We also reduced the effort to model individual motivation to defining function  $f$  from equation (2).

## 5 Conclusion and Further Work

There has already much been written on the phenomenon of collective intelligence and its manifestations, be it w.r.t. human motivation, business models, or technical solutions, respectively. With this paper, we intent to take the next step in the research process and conceptualise the example-based knowledge that has been gathered so far. The potential of the "many" working together and creating new ideas or knowledge is obviously especially interesting for business, i.e. profit creating, purposes. To analyse emergence on the one hand and the motivation to create value-added results on the other hand, defining characteristics of collective intelligence have to be derived systematically, rather than arbitrarily. This can be done by using the concept of distinctive features. To furthermore understand the mechanisms within an active collective intelligence system Markov decision processes can be used to model how agents pursuit individual and community goals. With this a systematic conceptualisation process has been initiated, but of course further research has to be done. With our model, once we understand the origination and development of the different types of motivation, we already have a place where to "plug-in" these findings into the model of collective intelligence systems: the objective function. Our model translates the objective function into a reward function based on the relative preference of states thereby offering a direct explanation of how the objective function influences the behaviour of the collective intelligence system. Nevertheless we are aware that this is only part of the answer, especially if collective intelligence systems are viewed as complex socio-technical systems as their connection to the web 2.0 suggests. We will examine this point in subsequent work. Furthermore, the reciprocal effects between the technological platform and the quality of interactions, i.e. the quality of the results, are worth to be examined. Last, but not least, we have to understand the degree of automation that is desirable to render the production of collective intelligence efficient. Here again the careful examination of examples using distinctive features will be helpful.

## 6 References

- [1] Alag, S. (2009): *Collective Intelligence in Action*. Manning Publications Co., Greenwich, CT.
- [2] Becker, G. S. (1974): A theory of social interactions. *Journal of Political Economy*, 82(6):1063-1093.
- [3] Becker, R., Zilberstein, S., Lesser, V., and Goldman, C. V. (2004): Solving Transition Independent Decentralized Markov Decision Processes. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 22:423-455.
- [4] Bonabeau, E. (2009): Decisions 2.0: The Power of Collective Intelligence. *MIT Sloan Management Review*, 50:45-52.
- [5] Bonabeau, E. and Meyer, C. (2001): Swarm intelligence. a whole new way to think about business. *Harvard Business Review*, 79(5):106-114.
- [6] Bruns, A. (2007): Produsage: Towards a broader framework for user-led content creation. In *Creativity & Cognition 6*, Washington, DC. ACM.
- [7] Damper, R. I. (2000): Editorial for the special issue on 'emergent properties of complex systems': Emergence and levels of abstraction. *Int. J. Systems Science*, 31(7):811-818.
- [8] De Wolf, T. and Holvoet, T. (2005): Emergence versus self-organisation: Different concepts but promising when combined. In Brueckner, S., Di Marzo Serugendo, G., Karageorgos, A., and Nagpal, R., editors, *Engineering Self-Organising Systems*, volume 3464 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 77-91. Springer, Berlin / Heidelberg.
- [9] Georgi, S. and Jung, R. (2011): Collective intelligence model: How to describe collective intelligence. In Altmann, J., Baumöl, U., and Krämer, B., editors, *Advances in Collective Intelligence 2011*, volume 113 of *Advances in Intelligent and Soft Computing*, pages 53-64. Springer, Berlin / Heidelberg.
- [10] Gupta, D. K., Hofstetter, C. R., and Buss, T. F. (1997): Group utility in the micro motivation of collective action: The case of membership in the AARP. *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 32(2):301-320.
- [11] Heylighen, F. (1999): Collective intelligence and its implementation on the web: Algorithms to develop a collective mental map. *Comput. Math. Organ. Theory*, 5: 253-280.
- [12] Hockett, C. F. (1942): A system of descriptive phonology. *Language*, 18(1):3-21.
- [13] Ickler, H. (2011): An approach for the visual representation of business models that integrate web-based collective intelligence into value creation. In Bastiaens, T., Baumöl, U., and Krämer, B., editors, *On Collective Intelligence*, volume 76 of *Advances in Intelligent and Soft Computing*, pages 25-35. Springer, Berlin / Heidelberg.
- [14] Kapetanios, E. (2008): Quo Vadis computer science: From Turing to personal computer, personal content and collective intelligence. *Data Knowl. Eng.*, 67:286-292.
- [15] Kolbitsch, J. and Maurer, H. (2006): The transformation of the web: How emerging communities shape the information we consume. *Journal Of Universal Computer Science*, 12(2):187-213.

- [16] Lykourantzou, I., Vergados, D. J., and Loumos, V. (2009): Collective intelligence system engineering. In Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems, MEDES '09, pages 134-140, New York, NY. ACM.
- [17] Malone, T. W. (2008): What is collective intelligence and what will we do about it? In Tovey, M., editor, COLLECTIVE INTELLIGENCE: Creating a Prosperous World at Peace, pages 1-4. Earth Intelligence Network, Oakton, VA.
- [18] Malone, T.W., Laubacher, R., and Dellarocas, C. (2010): The collective intelligence genome. MIT Sloan Management Review, 51(3):21-30.
- [19] Nov, O. (2007). What motivates wikipedians? Commun. ACM, 50:60-64.
- [20] O'Reilly, T. (2007). What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. Communications & Strategies, 65(1):17-37.
- [21] Osterwalder, A. and Pigneur, Y. (2010). Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers. Wiley, Hoboken, NJ.
- [22] Page, L., Brin, S., Motwani, R., and Winograd, T. (1999). The PageRank citation ranking: Bringing order to the web. Technical Report 1999-66, Stanford InfoLab.
- [23] Schut, M. C. (2010). On model design for simulation of collective intelligence. Inf. Sci., 180:132-155.
- [24] Stocker, A., Dösinger, G., Saeed, A. U., and Wagner, C. (2007). The three pillars of 'corporate web 2.0': A model for definition. In Tochtermann, K., Haas, W., Kappe, F., Scharl, A., Pellegrini, T., and Schaffert, S., editors, Proceedings of I-MEDIA '07 and I-SEMANTICS '07, pages 85-92.
- [25] Sutton, R. S. and Barto, A. G. (1998). Reinforcement learning: An introduction. The MIT Press, Cambridge, MA.
- [26] Szuba, T. (2002). Universal formal model of collective intelligence and its IQ measure. In Dunin-Keplicz, B. and Nawarecki, E., editors, From Theory to Practice in Multi-Agent Systems, volume 2296 of Lecture Notes in Computer Science, pages 739-739. Springer, Berlin / Heidelberg.
- [27] Trigo, P., Jonsson, A., and Coelho, H. (2006). Coordination with collective and individual decisions. In Sichman, J., Coelho, H., and Rezende, S., editors, Advances in Artificial Intelligence - IBERAMIA-SBIA 2006, volume 4140 of Lecture Notes in Computer Science, pages 37-47. Springer, Berlin / Heidelberg.
- [28] Wolpert, D. H. & Tumer, K. (2000), An introduction to collective intelligence. In J. Bradshaw, editor, Handbook of agent technology, AAAI Press/MIT Press.

# Approaches for Business Model Representation: An Overview

## Dennis Kundisch

University of Paderborn, Chair of Information Management & E-Finance,  
dennis.kundisch@wiwi.uni-paderborn.de

## Thomas John

University of Paderborn, Cooperative Computing & Communication Laboratory,  
thomas.john@c-lab.de

## Jörg Honnacker

University of Paderborn, Chair of Information Management & E-Finance,  
joerg.honnacker@wiwi.uni-paderborn.de

## Christian Meier

University of Paderborn, Chair of Information Management & E-Finance,  
christian.meier@wiwi.uni-paderborn.de

## Abstract

Explicitly representing a business model facilitates the understanding, analysis, and innovation of its underlying logic. For representing business models, numerous approaches have been suggested in the literature. They differ greatly in their understanding of the business model concept, the approach for representation, the terminology, and the notational elements they use. This impedes the diffusion of the representational approaches in business practice and the development of a cumulative research tradition. Our contributions are twofold: Based on a comprehensive literature review, we provide (I) a synthesizing framework for classifying approaches for business model representation, and (II) a terminological and conceptual synthesis of the notational elements. Thereby, practitioners are supported in selecting the most suitable representation for a specific purpose. For researchers, our work provides the basis to develop a more cumulative stream of research.

## 1 Introduction

A *business model* (BM) can be defined as “a conceptual tool that contains a set of elements and their relationships and allows expressing the business logic of a specific firm” [16]. In recent years, interest in the BM concept has surged; the number of academic and journalistic articles

has “virtually exploded” [31]. The BM is seen as a key determinant of a firm’s ability to create value [5] and there is widespread agreement on the BM’s importance to a firm’s success [1].

Explicitly representing BMs improves the understanding, communication [16], and analysis of its underlying logic [9]. Other purposes include to facilitate BM innovation by enabling experimentation [6], [7], and to provide a basis for defining requirements to the underlying information systems [7], [9]. Approaches for representing BMs, or *business model representations* (BMR), can be based on a mixture of textual and graphical elements, or any rather formalized ontology which aims at representing a BM [31]. A number of such approaches can be identified within the literature.

The available BMRs were developed, mostly independently of each other, in domains as diverse as accounting, e-business, information systems, and strategy. They greatly differ in terms of their understanding of the BM concept, their approach for representation, the terminology, and the notational elements they use. Consequently, for practitioners, it is not clear which BMR best lends itself under which circumstances for which purposes. For researchers, this lack of common understanding substantially aggravates identifying future research venues and developing a cumulative research tradition.

Despite the ambiguity of BMRs in the literature, surprisingly few articles can be found which attempt to synthesize the field of BMRs. Of the recent reviews of the BM literature [1], [12], [31], only the well-regarded review of Zott et al. [31] dedicates a section to BMRs. Their treatment briefly characterizes the field and a limited number of approaches. There also exist a number of articles which treat BMRs in-depth, but focus on a very small subset of the available approaches (e.g., [11], [24]). Finally, Gordijn et al. [10] provide a classification framework which focuses on the ontological foundation of BMRs; the framework is applied to two representational approaches. However, no comprehensive overview of the available representational approaches exists. Thus, we provide such an overview and, based on it, the following contributions. First, we provide a synthesizing framework for classifying approaches for BMR which supports practitioners in selecting a suitable BMR. Second, we provide a comprehensive overview and a terminological synthesis of the notational elements used within the literature. This synthesis, together with the classification framework, provides the basis to develop a more cumulative stream of research.

## 2 Review methodology

No common understanding of the BM concept has emerged so far [1]. This lack of common understanding, naturally, also extends to the approaches to represent BMs. In order to not unnecessarily exclude representational approaches, in the following, we adopt a rather wide understanding of a BMR: Every BMR which (I) allows representing the model of a specific business, and (II) which provides a graphical representation qualifies as a BMR in terms of this paper. We restrict ourselves to BMRs which have been treated in a non-marginal way in a book or peer-reviewed journal article (see also [13]).

To identify available representations in the literature, we followed a structured approach as recommended in [28]: We used recent reviews of the BM literature [1], [12], [31] and, as a first step, included the articles on BMRs mentioned there into our review. This yielded five representations of which four comply with the understanding of a BMR outlined above. Taking the corresponding articles as a starting point, in a second step, we went backwards by reviewing

the sources that are mentioned within those articles. In a third step, we forwardly reviewed the articles which cite the representations identified in the previous steps. In addition, we performed a keyword search using the terms *visualization*, *depiction*, and *representation* together with the term *business model* in various syntactically correct variations. Through the previously identified representations it had already become apparent that our review has to draw upon a very interdisciplinary body of literature. Therefore, we performed the keyword search using the Google Scholar service (which is limited in its functionality to refine search parameters, but – compared to professional databases such as EBSCO – offers a very broad, interdisciplinary coverage).

### 3 Business model representations

Altogether, we identified 13 representational approaches (see table 1). These BMRs originate from a wide range of domains such as accounting, e-business, and strategy. They differ in their main scope in that some focus primarily on a single domain (e.g., e-government), whereas others aim at a more general applicability. The identified BMRs have been referred to by terms as diverse as “business model representation” [5], [31], “business model ontology” [15], methods for “business modeling” [7], [19], and business model “design methods & tools” [18]. In some instances, there is confusion about whether a BMR should only refer to the representation of a specific business or whether BMRs also comprise mere representations of conceptual BM aspects. Following this second notion, for example Zott et al. [31] categorize their visualization of value driver interactions developed in [3] as a BMR – even though that visualization is not capable of representing the model of a specific business. Another source of confusion is the fuzziness of the BM concept itself, for example its partial overlap with the concepts of strategy and value networks. This conceptual fuzziness inhibits the identification of representations which, despite being rooted in other literature streams, may assist in representing a BM. For example, the “activity system map” [20] is an approach to visualize strategies, which is rooted in the strategy literature and does not make explicit reference to BMs. However, it has been noted that activity system maps and BMs are very similar and that “it is not clear how Porter’s conceptualization of strategy differs from what others call business models” [25].

In the following, we develop a framework for classifying BMRs (sec. 3.1) and, subsequently, outline, compare, and synthesize the notational elements employed by the identified BMRs (sec. 3.2). We addressed the issue of coding reliability for the BMRs in the framework and the synthesis of notational elements through the following three-step-process. First, the coding and synthesis were conducted separately by the four authors. Second, the individual results were discussed in the group, and, third, the individual results were jointly consolidated based on the outcome of the discussion.

#### 3.1 Classification framework

A number of criteria influence the usefulness of a BMR in a certain business context. These include (but are not limited to) the *reach*, *perspective*, *notation principle*, and *tool support* of a BMR. In the following, we describe why the chosen criteria are useful, how they can be operationalized, and subsequently apply these criteria to the identified BMRs.

Business model representations	Main characteristics		Classification framework									
	Domain of origin	Main scope	Reach (sec. 3.1.1)			Perspective (sec. 3.1.2)		Notation principle (sec. 3.1.3)		Tool support (sec. 3.1.4)		
			Strategy layer	Business model layer	Process layer	Single view	Multiple views	Map-based	Network-based	Formalization	Design	Financial evaluation
Activity system map* [20]	Strategy	General	X	X		X			X			
Business models for e-government [19]	E-business	E-government	X	X		X			X	X	X	
Business model ontology [15]	E-business	General	X	X		X		X		X	X	
Causal loop diagram [5]	Causality theory	General	X	X		X			X			
e3-value [9]	E-business	General		X		X			X	X	X	X
E-business model schematics [29]	E-business	E-business		X		X			X			
Eriksson-Penker business extensions [7]	Information systems	General	X	X	X		X		X	X	X	
Integrated business model concept [30]	Strategy	General	X	X		X		X				
Resource-event-agent [13], [26]	Accounting	General		X			X		X	X	X	
Strategic business model ontology [23]	E-business	General	X	X			X		X	X	X	
Value map [2], [27]	Value networks	General		X		X			X			
Value net* [17]	Strategy	General		X		X			X			
Value stream map [21]	E-business	ICT	X	X		X			X			

\* The contributing author makes no explicit reference to the term “business model”: These approaches had been developed before the business model concept gained prominence. Nonetheless, they are listed because of their conceptual similarity to later approaches which are explicitly intended to represent business models.

**Table 1: Identified BMRs, main characteristics, and classification framework ([13], extended)**

### 3.1.1 Reach

The BM concept can be seen as an intermediate layer between the layers of business strategy and business processes. As such, it translates the highly aggregated contents of the strategy layer into a more specific model of a company’s business logic. This business logic, in turn, serves as the basis for defining the required operational processes [1], [15]. In a given business situation, only those BMRs are applicable that are able to cover all the layers that are sought to be modeled. Thus, applying the classification criterion *reach* narrows down the set of potentially suitable BMRs.

There is already some consensus regarding the delineation between the BM layer and the business process layer [1]. The process layer provides a very detailed view on the activities to be performed and focuses on the sequence of these activities. In other words, it does not seek to answer the question of *which* (high-level) activities are performed in general, but rather *in which order* certain (low-level) activities are performed [8]. Therefore, the prerequisite for a BMR to be categorized as reaching into the process layer is that it (next to the representation of the BM layer) also seeks to provide a detailed, low-level view on activities and on the order in which these activities are performed.



A BM is said to be a conceptual framework that helps to link the firm's strategy to the executing activities [22] or a "reflection" of a firm's realized strategy [5]. Whereas some researchers see the terms as interchangeable, others argue that they are indeed very different. "The debate on the difference between the BM and business *strategy* has not yet been resolved" [1] – hence, there is no obvious or widely-accepted criterion which can be used for categorizing a BMR as reaching into the strategy layer. Therefore, we operationalize the categorization as follows. A BMR is categorized to be reaching also into the strategy level if (I) it is explicitly intended to represent strategic aspects (e.g., through notational elements such as "strategic goals" [23] or "strategic themes" [20]), or (II) if it provides notational elements which, depending on the chosen level of abstraction, can be related to both the strategy and the BM layer (e.g., "choices" in [5], which depending on their level of abstraction can also have a strategic character).

Naturally, all representations can represent aspects of the BM layer. Nearly half of the representations merely represent a network of actors, and thereby focus on the BM layer only. The remaining representations also reach into the strategy layer. Of these approaches, some [20], [23] explicitly intend to address strategic aspects and provide respective notational elements. Most of the others are assigned to the strategy layer, because they provide notational elements which can be related to both the strategy and the BM layer. There is only one BMR, namely the Eriksson-Penker business extensions [7], which covers all three layers. Also, this representation is the only one which covers the process layer at all. We attribute this to the fact that except for this BMR, which is rooted in the information systems domain, none has its origin in a domain with a strong relation to process modeling.

### 3.1.2 Perspective

A *view* can be defined as "an abstraction from a specific viewpoint, omitting details that are irrelevant to that viewpoint" [7]. Views are orthogonal to layers in that they focus on specific aspects of a BM (e.g., the involved actors' goals), either within or across layers. A view has been seen to comprise a set of diagrams which describe related aspects of a BM [7]. In contrast, we adopt the notion used in [4], and see every diagram which has a focus on a specific aspect of a BM to be equivalent with one view. Adopting the latter notion means defining the lower of the two possible levels of abstraction (i.e., a view being either a single diagram or a set of diagrams) as the level of analysis. This is a prerequisite for a vertical extension of the framework in future research, which could allow for classifying views more thoroughly, for instance according to their thematic focus.

The more views a BMR provides for representing a certain BM, the more elaborate the resulting BM conceptualization can be. Employing the criterion *perspective* and selecting representations that either feature a *single view* or *multiple views*, thus, narrows down the set of potentially suitable BMRs depending on the aim of the modeling process: to yield either a rather detailed or a rather abstract view of the business.

The vast majority of the BMRs feature a single view. Within their respective views, they focus either on the BM layer, or reach into the strategy layer as well through the incorporation of strategic aspects. There are only three representations, namely the Eriksson-Penker business extensions, REA, and SBMO, which provide multiple views. The number of views they provide differs, and it is acknowledged that additional views may be defined [7]. The relation between the views described in the articles differs in that it can either be hierarchical or non-hierarchical. For example, the "strategy" and "operational" views in [23] are clearly hierarchical in that goals from

the operational view are aggregated to more strategic goals in the strategy view. In contrast, the “key concepts” defined in the “conceptual model” of the Eriksson-Penker business extensions are at the same conceptual level, i.e., non-hierarchical compared to the “core processes” in the process diagram of the same BMR [7]. In addition, the thematic focus of the views defined in the BMRs differs. Whereas, for example, Eriksson and Penker [7] as well as Samavi et al. [23] both define a view for modeling actors’ goals, [7] also define a view for resources, which has no match in [23].

### 3.1.3 Notation principle

BMRs, according to the underlying *notation principle*, can be categorized into two categories: *map-based* approaches and *network-based* approaches (see figure 1). Both approaches likewise define a set of concepts to represent a BM. The way they visualize these concepts, however, greatly differs. Also, the richness of information which can be conveyed through the notation principles differs. Thus, the notation principle may serve as a selection criterion to identify representations aiming at a rather detailed or a rather abstract view of the business.

Map-based approaches lay out the concepts one by one, thereby providing a template which spatially structures a specific BM’s key characteristics. For each concept (e.g., actor, activity), the elements belonging to the concept (e.g., actor 1, actor 2) are listed at the respective spatial position.

Network-based approaches assign a different graphical notation to each of the concepts. They explicitly visualize every single element of a given concept (e.g., every actor) and the relations among these elements, i.e., they use a network of elements to represent a BM. Both notation principles can form the basis either for a single view representation or a multi view representation (see figure 1). For multi view representations, also a mix of map-based and network-based visualization is possible by combining views of both notation principles.

The vast majority of representations employ the network-based notation principle. In doing so, they use a limited number of concepts in a single or in multiple views. As every concept has its own notation, the representation becomes more complex if more concepts are sought to be represented within one view. Therefore, the network-based approach is rather suited for representing complex networks of the elements of a limited number of concepts. The map-based approach (only used by Osterwalder [15] and Wirtz [30]), in contrast, is rather suited for describing a larger number of different concepts, being less suited, however, for representing the interrelations among their elements.

In figure 1, the relation between the criteria *perspective* and *notation principle* is illustrated. With a single view, approaches are available according to the map-based and the network-based notation principle. With multiple views, BMRs could only be identified according to the network-based approach. None of the current BMRs uses a map-based approach with multiple views, even though such a BMR could be advantageous in that different levels of abstraction potentially improve comprehension as well as provide a means to substantiate a BM. Also, it would be possible to combine views of the map-based and the network-based approach. As no currently available representation falls into this category, for purposes of clarity, we omitted this hybrid approach in the below figure.

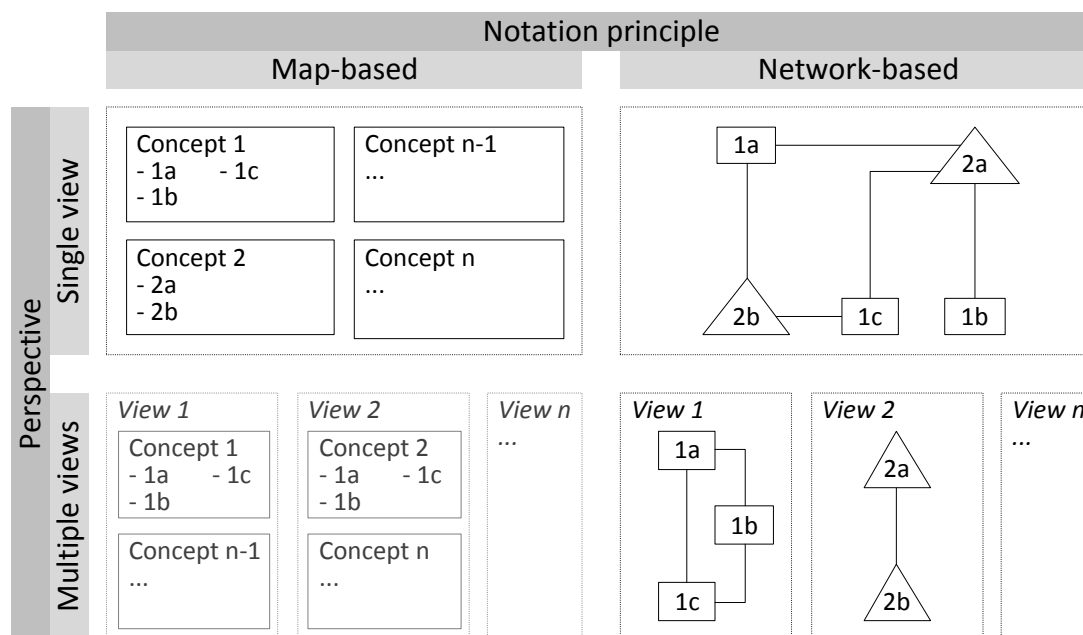


Figure 1: Illustration of the criteria notation principle and perspective

### 3.1.4 Tool support

Whether a BMR is supported by a tool determines to a great extent how easily a given representation can be changed, analyzed, shared etc. The more complex a BM gets and the more elaborate the analysis is sought to be, the more important is it that a BMR is supported by a software tool. Thus, we employ *tool support* as a fourth classification criterion.

More than half of the representational approaches are conceptual tools. They define a number of main concepts and provide a corresponding graphical notation. Others (e.g., [7], [9], [19]) also provide a formal model of their concepts and the corresponding relations, which is documented as entity-relationship or class diagram. Except for [26], no approach outside the e-business or IS domains attempts such a formal representation. As formalization is a prerequisite for tool support, consequently, (except for [26]) no representations from outside these two domains are provided with a supporting tool. The available software tools all support the design and change of a BM. e3-value [9], however, is the only BMR that provides a software tool, which integrates the design *and* the financial analysis of a BM using capital budgeting techniques.

## 3.2 Notational elements

As already mentioned, the identified BMRs use a variety of different notational elements and terminologies. In some cases, concepts with the same name convey different semantics, in other cases, concepts with different names actually convey the same semantics. Often, it is not obvious whether a notational element in a given notation has a direct counterpart in another BMR. To establish a basis for a cumulative tradition it is, therefore, necessary to develop a terminological as well as conceptual synthesis of the *notational elements* which are employed to represent BMs. For a first step towards such a synthesis, we (I) extracted the notational elements utilized in the approaches identified in the literature, and (II) interrelated concepts with similar or same semantics. Thereby, we derived eleven notational key concepts (see table 2), which are described in the following.

Business model representation											
Notational concept	Activity sysetem map [20]	Business model for e-government [19]	Causal loop diagram [5]	e3-value [9]	E-business model schematics [29]	Eriksson-Penker business extensions [7]	Resource-event-agent [14][13], [26]	Strategic business model ontology [23]	Value Map [2], [27]	Value Net [17]	Value stream map [21]
Actor	-	Partner	-	Actor Market segment	Firm of interest Supplier Customer Ally	-	Inside agent Outside agent	Agent	Member	Actor	Actor
Role	-	Role	-	-	-	-	Inside agent Outside agent	Role	-	-	-
Goal	-	-	-	-	-	Quantitative goal Qualitative goal	-	Goal Soft goal	-	-	-
Guiding pnciple	Strategic theme	Policy	-	-	-	Qualitative goal	-	Soft goal	-	-	-
Activity	Activity	Service	-	Activity	-	Core process	Business process	Task	-	Management of external transactions Support Realization	-
	Flow	Object exchange	-	Value object	Money Product Information	Resource	Resource	-	Good, service, revenue Knowledge Intangible benefits	Financial Good Information Influence relation Reciprocal influence relation	Service Free service Product Free product Information
Relation	Value exchange & Value port & Value interface			Electronic rel. Primary rel.	Dependency	Economic resource flow					
Key Resource	-	-	-	-	-	Resource	-	-	-	-	Resource
Advantage/ Disadvantage	-	Advantage/ Disadvantage	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Choice and consequence	-	-	Choice Flexible conseq. Rigid conseq.	-	-	-	-	-	-	-	-
Domain-specific key concepts	-	-	-	-	-	Concepts	-	-	-	-	-
Other relations	-	-	-	-	-	Aggregation Association Dependency Generalization	-	Dependency Means-ends Contribution Decomposition	-	-	-

**Table 2: Terminological and conceptual synthesis of notational elements for business model representations**

The economic parties, or *participants*, involved in a BM can be represented via the concepts actor and role. *Actors* represent concrete economic entities, for example, a specific electricity provider. *Roles* are abstract actors in that they comprise a set of characteristics which can potentially be shared by more than one actor (e.g., the general characteristics of electricity providers). An actor can possess one or several roles, for example, be an electricity *and* a gas provider. Most of the identified approaches employ the actor concept only; others [19], [23], [26] define a separate notation for actors and for roles.

The concept *goal* represents a desired condition or state of affairs that can actually be achieved. Goals can be distinguished according to the nature of the underlying criterion for achievement which, for example, can be qualitative or quantitative [7]. *Guiding principles*, in contrast, shape the general criteria on which decisions are taken and provide a broad direction for the participants without setting precise objectives.

*Activities* represent sets of processes, or core processes, which are performed by one actor or assigned to a role. Within some approaches [7], [23], they are related to the goals they are contributing to.

The concept *connection* addresses the linkages between actors, or between activities. A connection shows (I) that some kind of link, or *relation*, exists between two given actors/activities, which (II) enables the transfer of an object of interest, or *flow* between them. These two aspects can either be represented by a combined notational element (e.g., [2], [19]), or by separate notational elements for relation and flow (e.g., [7], [9], [26], [29]).

*Key resources* represent resources that – in line with the resource-based view of competitive advantage – are of critical importance for an actor [21].

*Advantages/Disadvantages* denote the positive or negative impacts that the participation of actors in a BM has on their guiding principles. For example, having to cooperate with a company known to be not very serious about environmental regulation may negatively impact the policy of “being an ecological company”. According to [19] *(dis)advantages* can also affect policies of other actors. The authors, however, do not describe under which circumstances such an interdependency could occur.

Deliberate decisions on specific aspects of a BM are represented by a *choice*. The outcome associated to such a choice is represented by *consequences*. A choice may, for example, represent the decision of a low-cost airline not to offer meals on their flights. A corresponding consequence is that variable costs are reduced. Consequences can be further distinguished according to their sensitivity to the choice they result from [5].

Through *domain-specific key concepts* a reference terminology is established for the most important concepts in the modeling domain (types of products, customers etc.) [7].

There is also a number of relations which connect elements other than activities and actors (goals, key concepts etc.). These connections are highly specific to the corresponding BMR and therefore are summarized under *other relations*.

## 4 Discussion & conclusion

A great variety of approaches exist for representing BMs. They greatly differ in terms of their understanding of the BM concept, their approach for representation, the terminology, and the

notational elements they use. This calls for a synthesis of the field to enable further cumulative research. Addressing this issue, our contributions are (I) a classification framework for BMRs, and (II) a conceptual as well as terminological synthesis of the notational elements used in the literature.

There is merit in the question why – given the lack of a widely-accepted definition of the BM concept – efforts for representing this “vague” concept [1] should be undertaken before such a definition is available. One reason is the need to apply the BM concept, which is evident, for example, through the surge of interest in practitioner-oriented journals [31]. To satisfy this “pull”, approaches are needed which operationalize at least the current definitions of a BM. Furthermore, modeling is a useful activity to achieve a better understanding of the subject to be modeled. Therefore, research on explicating the understanding of the BM concept through representational approaches may contribute to the efforts to further refine the common understanding of the BM concept. Analyzing more thoroughly the understanding of the BM concept underlying the various BMRs denotes a topic for further research.

Pateli et al. criticized in an earlier review paper that “when illustrating business models, only parts of the conceptual model, mainly the value flows and the business players, are usually depicted. The remaining information is usually implied or even totally ignored.” [18]. The first results of our work provide evidence that this criticism can be countered. Since then, lots of approaches have been developed which stray out of the narrow focus solely on actors and their relations (e.g., [5], [23]), and thereby cover formerly neglected aspects of the BM concept. Additionally, it is striking that the level of sophistication devoted to describing the notational elements varies greatly among the identified approaches. On the one hand, there are approaches which define formal meta-models of the utilized notational elements, define the concepts textually, and also provide sample applications of their notation (e.g., [7], [9]). On the other hand, there are approaches which provide rather simple textual definitions, and convey a major part of the semantics through a number of examples ([5], [20]). The latter case poses a considerable challenge for researchers to build their cumulative research on such approaches, because a large part of the semantics is left implicit.

Although broader aspects of the BM concept have been covered with the increasing number of articles, it can be criticized that the various BMR approaches rarely build on each other. Thus, our work shall provide a starting point to develop a more cumulative stream of research. For researchers, our synthesis of notational elements provides a set of generic notational elements for representing BMs, which can serve as a basis for developing reference models for BMR and for the extension of existing BMRs with additional notational elements. Classifying the existing BMRs through our framework highlights numerous gaps in the existing approaches, which can be addressed by future research. For example, there are only representations which employ either the map-based or the network-based notation principle (and not a combination of both). The classification also reveals that there are no map-based representations that employ multiple views. Another insight is that only one representation provides a tool which explicitly supports the financial evaluation of a BM. The classification framework may also serve as a starting point for the extension of existing BMRs and the development of new ones which, for example, may be tailored to specific domains.

For practitioners, the synthesis of notational elements allows to better understand the similarities and differences between BMs modeled with different representational approaches. The developed classification framework assists practitioners in narrowing down the set of potentially

suitable BMRs depending on the purpose of the visualization. Thereby, the framework may save effort in deciding upon a suitable BMR for a given business context, and may help to prevent undertaking business development endeavors with an ill-suited BMR. The next steps in our work include a thorough evaluation, for example, through applying the framework in real-life cases.

## 5 References

- [1] Al-Debei, MM; Avison, D (2010): Developing a unified framework of the business model concept. *European Journal of Information Systems* 19(2):359-376.
- [2] Allee, V (2000): Reconfiguring the value network. *Journal of Business Strategy* 21(4):36-39.
- [3] Amit, R; Zott, C (2002): Value drivers of e-commerce business models. In: Hitt, MA; Amit, R; Lucier, CE; Nixon, RD (eds.), *Creating value: Winners in the new business environment*, Blackwell Publishers, Oxford.
- [4] Becker, J; Breuker, D; Rauer, HP (2011): On Guidelines for Representing Business Models - A Design Science Approach. In: *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Americas Conference on Information Systems*. Detroit.
- [5] Casadesus-Masanell, R; Ricart, JE (2010): From strategy to business models and onto tactics. *Long Range Planning* 43(2-3):195-215.
- [6] Chesbrough, H (2010): Business model innovation: Opportunities and barriers. *Long Range Planning* 43(2-3):354-363.
- [7] Eriksson, HE; Penker, M (2000): Business modeling with UML. Wiley, New York.
- [8] Gordijn, J; Akkermans, H; van Vliet, H (2000): Business modelling is not process modelling. In: Liddle, S; Mayr, H.; Thalheim, B. (eds.), *Proceedings of ER 2000 Workshops on Conceptual Modeling Approaches for E-Business and the World Wide Web and Conceptual Modeling*. Salt Lake City.
- [9] Gordijn, J; Akkermans, HM (2003): Value-based requirements engineering: Exploring innovative e-commerce ideas. *Requirements Engineering* 8(2):114-134.
- [10] Gordijn, J; Osterwalder, A; Pigneur, Y (2005): Comparing two business model ontologies for designing e-business models and value constellations. In: Vogel, DR; Walden, P; Gricar, J; Lenart, G (eds.), *Proceedings of the 18<sup>th</sup> BLED eConference*. Bled.
- [11] Gordijn, J; Yu, E; van der Raadt, B (2006): e-service design using i\* and e3-value modeling. *IEEE software* 23(3):26-33.
- [12] Klang, DJH; Wallnöfer, M; Hacklin, F (2010): The anatomy of the business model: A syntactical review and research agenda. In: *Proceedings of the DRUID summer conference*. London.
- [13] Kundisch, D; John, T (2012): Business Model Representation Incorporating Real Options: an Extension of e3-value. In: *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui.
- [14] McCarthy, WE (1982): The REA accounting model: A generalized framework for accounting systems in a shared data environment. *Accounting Review* 57(3):554-578.

- [15] Osterwalder, A (2004): The business model ontology: A proposition in a design science approach. PhD Thesis, University of Lausanne.
- [16] Osterwalder, A; Pigneur, Y; Tucci, CL (2005): Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the AIS* 15:2-40.
- [17] Parolini, C (1999): The value net: A tool for competitive strategy. Wiley, New York.
- [18] Pateli, AG; Giaglis, GM (2004): A research framework for analysing eBusiness models. *European Journal of Information Systems* 13(4):302-314.
- [19] Peinel, G; Jarke, M; Rose, T (2010): Business models for eGovernment services. *Electronic Government, an International Journal* 7(4):380-401.
- [20] Porter, ME (1996): What is strategy? *Harvard Business Review* 74(6):61-78.
- [21] Pynnönen, M; Hallikas, J; Savolainen, P (2008): Mapping business: Value stream-based analysis of business models and resources in information and communications technology service business. *International Journal of Business and Systems Research* 2(3):305-323.
- [22] Richardson, J (2008): The business model: an integrative framework for strategy execution. *Strategic Change* 17(5-6):133-144.
- [23] Samavi, R; Yu, E; Topaloglou, T (2009): Strategic reasoning about business models: A conceptual modeling approach. *Information Systems and E-Business Management* 7(2):171-198.
- [24] Schuster, R; Motal, T (2009): From e3-value to REA: Modeling multi-party e-business collaborations. In: *Proceedings of the 11<sup>th</sup> IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing*. Vienna.
- [25] Seddon, PB; Lewis, GP; Freeman, P; Shanks, G (2004): The case for viewing business models as abstractions of strategy. *Communications of the AIS* 13:427-442.
- [26] Sonnenberg, C; Huemer, C; Hofreiter, B; Mayrhofer, D; Braccini, A (2011): The REA-DSL: A domain specific modeling language for business models. In: *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. London.
- [27] Tapscott, D; Lowy, A; Ticoll, D (2000): Digital capital: Harnessing the power of business webs. Harvard Business School Press, Boston.
- [28] Webster, J; Watson, RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly* 26(2):XIII-XXIII.
- [29] Weill, P; Vitale, MR (2001): Place to space: Migrating to ebusiness models. Harvard Business School Press, Boston.
- [30] Wirtz, B (2011): Business Model Management: Design - Instruments - Success Factors. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- [31] Zott, C; Amit, R; Massa, L (2011): The business model: Recent developments and future research. *Journal of Management* 37(4):1019-1042.



# **E-Commerce und E-Business**



# Sniping in Online-Auktionen

## Ralf Peters

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
Institut für Wirtschaftsinformatik und Operations Research,  
06108 Halle (Saale), E-Mail: ralf.peters@wiwi.uni-halle.de

## Christian Schmeißer

Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH),  
06108 Halle (Saale), E-Mail: christian.schmeisser@iwh-halle.de

## Abstract

In Online-Auktionen werden Gebote oft gezielt kurz vor Ende der Auktion abgegeben. Diese als Sniping bezeichnete Bietstrategie hat zum Ziel, einen starken Preisanstieg durch wechselseitiges Überbieten zu vermeiden. Obwohl Sniping in Online-Auktionen häufig auftritt, konnten bisherige empirische Untersuchungen keine statistisch gesicherten Preiseffekte nachweisen. Die vorliegende Analyse zeigt die Profitabilität von Sniping anhand einer empirischen Studie und untersucht mögliche Wirkungszusammenhänge anhand statistischer Merkmale.

## 1 Einleitung

Online-Auktionen haben zumeist eine Laufzeit von mehreren Tagen. Allerdings werden Gebote oft nur wenige Sekunden vor dem Auktionsende abgegeben, um den Zuschlag zu einem möglichst geringen Preis zu erhalten. Dieses sogenannte Sniping hat sich in den letzten Jahren zu einer weit verbreiteten Verhaltensweise und damit quasi zu einer „best-practice“-Strategie entwickelt. Obwohl die weite Verbreitung von Sniping dessen Profitabilität nahelegt, wurde in bisherigen Analysen bislang noch kein statistisch gesicherter Nachweis für diesen Zusammenhang erbracht (siehe hierzu [4], [6], [8] sowie [20]).

Die in diesem Aufsatz vorgestellte Analyse untersucht die Profitabilität von Sniping anhand von Daten der Auktionsplattform eBay und überprüft, welcher Zusammenhang zwischen Sniping und einer Preisveränderung existiert. Im folgenden Abschnitt wird zunächst ein Überblick zum Stand der Forschung über Sniping gegeben. Anschließend wird die empirische Analyse beschrieben. Danach folgt die Darstellung der Ergebnisse. Hier wird zunächst der statistische Zusammenhang zwischen Sniping und einer Preisreduktion untersucht. Anschließend werden verschiedene Wirkungszusammenhänge anhand statistischer Merkmale diskutiert. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2 Stand der Forschung

In bisherigen empirischen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die Häufigkeit der Gebote stark von der Restlaufzeit einer Online-Auktion abhängt. Eine Häufung der Gebote ist dabei vor allem in der Endphase der Auktionen zu beobachten. In einer Studie von Bajari und Hortaçsu [2] erfolgen mehr als die Hälfte aller Gebote in den letzten 10% der Auktionszeit. In einer weiteren Untersuchung zeigen Ockenfels und Roth [11], dass etwa 12% aller Gebote in den letzten zehn Sekunden von eBay-Auktionen abgegeben werden.

Einen weiteren Einfluss auf den Zeitpunkt der Gebotsabgabe hat die Form des Auktionsendes. Dabei lässt sich zwischen Auktionen mit festem Ende und solchen mit einem Countdown unterscheiden, bei denen bei Geboten kurz vor Auktionsende die Restlaufzeit verlängert wird. Ockenfels und Roth [11] zeigen, dass in Auktionen mit festem Ende etwa 20% aller Gebote innerhalb der letzten Stunde abgegeben werden. In Auktionen mit flexiblem Ende beträgt dieser Anteil lediglich 7%.

Der Zeitpunkt der Gebotsabgabe hängt ebenfalls von der Erfahrung eines Bieters ab. Wilcox [19] zeigt, dass erfahrene Bieter später bieten als unerfahrene. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Ariely et al. [1] in einer experimentellen Arbeit.

Ein breites Forschungsfeld beschäftigt sich mit der Motivation der Bieter, Sniping durchzuführen. Dabei wird in der Literatur der mit Sniping in Verbindung gebrachte Effekt einer Preisreduzierung unterschiedlich erklärt (siehe hierzu [3] S. 461ff.). Die verschiedenen Begründungen lassen sich thematisch in

- die „beste“ Antwort auf inkrementelles Bieten,
- das Reduzieren des Bieterwettbewerbs,
- den Schutz vor Manipulationen,
- die Bewahrung der Möglichkeit, in Alternativauktionen zu bieten sowie
- die Vermeidung von Auktionsfieber

gruppieren.

Den Ausgangspunkt für Sniping bildet das wechselseitige Überbieten konkurrierender Auktionsteilnehmer. In einem derartigen inkrementellen Bietprozess lässt ein hinreichend spätes Sniping-Gebot den Konkurrenten keine ausreichende Reaktionszeit, wobei die für ein weiteres Gebot nötige Reaktionszeit hier unter anderem durch die Latenzzeiten des Internet bei der Datenübertragung bestimmt ist. Diese Strategie ist vor allem gegenüber unerfahrenen Konkurrenten erfolgreich, selbst wenn diese viel höhere Zahlungsbereitschaften besitzen und wird beispielsweise von Ockenfels und Roth [11] als Erklärung für das Auftreten von Sniping gegeben. Die internen Bietagenten der Online-Auktionshäuser bieten Schutz vor dieser Sniping-Strategie, falls der Bieter als Maximalgebot seine maximale Zahlungsbereitschaft angibt.

Ein anderer Erklärungsansatz für Sniping betrachtet den Informationsaustausch zwischen den konkurrierenden Bietern im Rahmen ihrer Gebote. Hierbei wird angenommen, dass ein Bieter umso besser gestellt ist, je weniger Informationen er von sich preisgibt und je mehr Informationen von anderen Bietern veröffentlicht werden (vgl. [17] S. 40). In Auktionen, die sich dem Common-Value-Model zuordnen lassen, wird dieser Zusammenhang mit dem von Milgrom und Weber [10] aufgestellten Linkage-Principle erklärt. Dieses besagt, dass sich der Auktionspreis mit der

Menge der den Bietern zur Verfügung gestellten Informationen erhöht. Für Auktionen, die dem Independent-Private-Model entsprechen, stützt sich Rasmusen [13] auf die Annahme, dass sich die Zahlungsbereitschaft erst im Verlauf der Auktion vollständig ausbildet. Da das Konkretisieren der Zahlungsbereitschaft dem Bieter Kosten verursacht, erfolgt dies erst, sobald der Auktionsverlauf es notwendig macht. Sniping zielt darauf ab, diesen Prozess auf Seiten konkurrierender Bieter nicht anzustoßen.

Ein weiterer Erklärungsansatz betrachtet den Schutz vor Manipulationen wie Phantomgeboten und Shilling. Schindler [15] beschreibt dazu ein „Moral-Hazard“-Problem des Online-Auktionshauses, das mit der Nutzung der internen Bietagenten entsteht. Online-Auktionshäuser sind aufgrund ihrer Gebührenstrukturen an hohen Auktionspreisen interessiert. Da die Bieter dem Bietagenten ihre Zahlungsbereitschaft offenbaren, besteht für das Online-Auktionshaus die Möglichkeit zu Phantomgeboten, die den Auktionspreis erhöhen. Anhand von Sniping können die Bieter den Einsatz derartiger Phantomgebote erschweren. Roth und Ockenfels [14] sowie Wang et al. [18] betrachten in ähnlicher Weise die Gefahr von inkrementellen Shilling-Geboten seitens des Verkäufers. Sniping bietet auch hier eine Strategie, die Informationen zurückhält und damit die Zeit für eine derartige Manipulation verkürzt (vgl. [18] S. 3).

Peters und Severinov [12] interpretieren Sniping als eine Strategie, die es dem Bieter ermöglicht, in Alternativauktionen zu bieten. Durch die Abgabe eines frühen Gebots entstehen dem Bieter Opportunitätskosten aus der Wahrscheinlichkeit, dass in einer späteren Auktion das gleiche Gut zu einem geringeren Preis verfügbar ist (vgl. [12] S. 236). Infolgedessen wird vermutet, dass Sniping insbesondere bei Gütern mit hoher Substituierbarkeit Vorteile bietet.

Eine weitere Erklärung basiert auf der Annahme, dass Bieter anhand von Sniping ein „Auktionsfieber“ vermeiden möchten. Unter Auktionsfieber wird das Verhalten eines Bieters verstanden, der sich in den wettbewerblichen Bietprozess so hineinsteigert, dass sich seine Zahlungsbereitschaft erhöht, obwohl er perfekte Informationen besitzt (vgl. [9] S. 90). In Befragungen von Bietern, die Sniping durchgeführt haben, wurde spätes Bieten oft als bewusste Strategie zur Vermeidung eines „Bieterkrieges“ angegeben (vgl. [14] S. 1100).

### 3 Empirische Analyse

#### 3.1 Untersuchungsmethodik

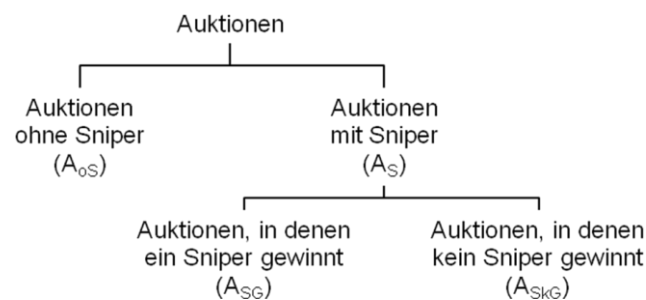
Das Ziel der empirischen Analyse ist die Ermittlung der Profitabilität von Sniping sowie die Untersuchung von Wirkungszusammenhängen zwischen verschiedenen Merkmalen der Auktionen und dem Einsatz von Sniping. Die Analyse verwendet Daten des Online-Auktionshauses eBay, die über eine Schnittstelle per Internet gewonnen wurden. Das Kriterium der Profitabilität von Sniping wird als erfüllt betrachtet, falls sich in den Sniping-Auktionen anhand statistischer Hypothesentests ein signifikant geringeres Preisniveau zeigt.

Der Vergleich erfolgt anhand des einseitigen Wilcoxon-Rangsummentests (siehe hierzu [5] S. 131ff.). Dieser Test überprüft, ob zwei mindestens ordinal skalierte Verteilungen gleiche zentrale Tendenzen aufweisen. Ein Vorteil dieses nicht-parametrischen Tests besteht darin, dass keine Kenntnisse über Verteilungsparameter der untersuchten Stichprobe benötigt werden. So kann ohne zusätzliche Restriktionen eine einheitliche Analyse der verschiedenen Stichproben-Segmente erfolgen. Die Annahme der Alternativhypothese des Wilcoxon-Rangsummentests zeigt dabei jeweils Unterschiede zwischen zwei Auktionsgruppen auf Basis eines gegebenen

Signifikanzniveaus. Auf Grundlage der Irrtumswahrscheinlichkeiten von 10%, 5% und 1% werden signifikante Unterschiede entsprechend durch \*, \*\* und \*\*\* ausgewiesen.

Den Ausgangspunkt der Analyse bildet die Identifikation von Sniping-Geboten. In der Literatur werden Sniping-Gebote dadurch charakterisiert, dass sie kurz vor Auktionsende erfolgen, wobei jedoch keine einheitliche Definition des relevanten Zeitintervalls existiert. In der vorliegenden Analyse werden Gebote in den letzten zehn Sekunden einer Auktion als Sniping interpretiert. Um den Einfluss des Zeitintervalls von zehn Sekunden auf die erzielten Ergebnisse zu prüfen, wird eine ergänzende Sensitivitätsanalyse vorgenommen.

Sniping liegt in einer Auktion genau dann vor, falls innerhalb der letzten zehn Sekunden mindestens ein Gebot erfolgt. Erfolgen mehrere Gebote innerhalb dieser Frist, so können sich darunter auch Gebote befinden, die nicht aus dem Motiv des Sniping heraus erfolgen, sondern als Reaktion auf ein Sniping-Gebot ausgelöst wurden. Dies gilt insbesondere für Gebote des internen Bietagenten der Auktionsplattform, die jedoch anhand des Zeitstempels der initialen Gebotsabgabe eindeutig identifiziert werden können. Ein Sniping-Gebot führt daher nicht zwangsläufig zum Gewinn der Auktion, sondern kann durch ein Gebot des internen Bietagenten auf der Auktionsplattform oder eines anderen Snipers überboten werden. Im Ergebnis können damit drei Gruppen von Auktionen unterschieden werden, die in Bild 1 dargestellt sind. Diese umfassen Auktionen, in denen ein Sniping-Gebot gewinnt ( $A_{SG}$ ), Auktionen, in denen Sniping nicht zum Gewinn der Auktion führt ( $A_{SKG}$ ) und Auktionen, in denen kein Sniping stattfindet ( $A_{OS}$ ).



**Bild 1: Gliederung der Auktionsgruppen**

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt segmentiert nach Ländern und Auktionsgütern. Um belastbare Ergebnisse zu erhalten, wird die Mindestanzahl zweier zu vergleichender Mengen auf jeweils 30 Auktionen festgelegt. Die Segmente, die diese Anforderung nicht erfüllen, werden bei den Ergebnissen gesondert ausgewiesen.

### 3.2 Datengrundlage

Die in der Analyse verwendeten Daten wurden zwischen Januar und März 2011 über eine Schnittstelle des Online-Auktionshauses eBay per Internet bezogen. Dabei handelt es sich um Auktionsdaten aus verschiedenen Produktkategorien der landesspezifischen Webseiten für Deutschland und die USA. Es werden ausschließlich so genannte chinesische Auktionen, d. h. offene, aufsteigende Auktionen, die dem englischen Auktionsformat ähneln, betrachtet.

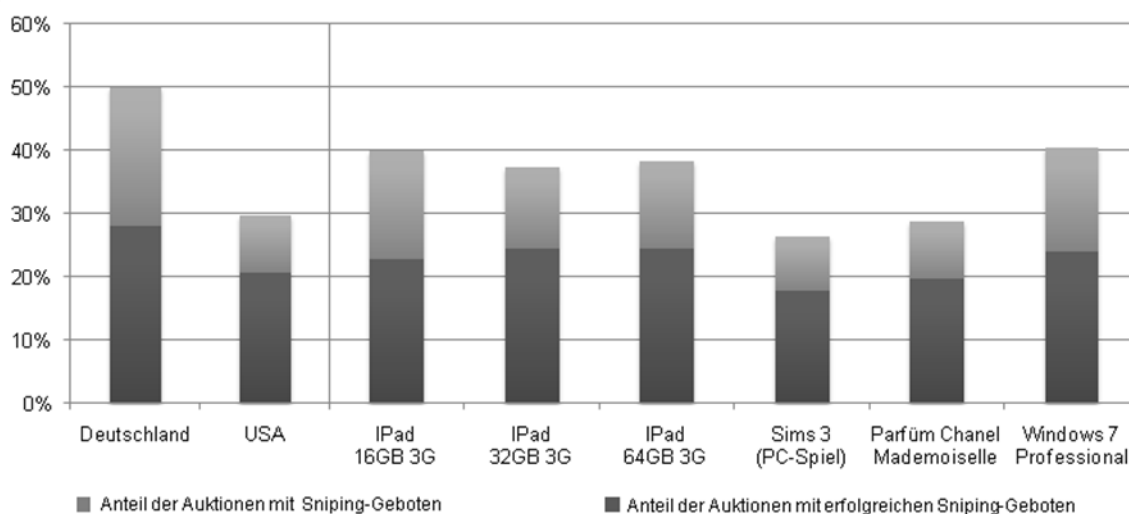
Als Produktkategorien werden das „iPad 16GB 3G“, das „iPad 32GB 3G“, das „iPad 64GB 3G“, das PC-Spiel „Sims 3“, das „Parfüm Chanel Mademoiselle“ sowie „Windows 7 Professional“ untersucht. Um den Einfluss unbeobachteter Heterogenitäten in der Analyse möglichst gering zu halten, sind die Produktkategorien in Hinblick auf eine starke Homogenität der betroffenen

Auktionsgüter gewählt. Dazu zählen gleichartige Ausführungen, Qualitäten, Mengen und Zustände. Es werden nur Auktionen betrachtet, die in der Landeswährung erfolgten und deren Artikelzustand mit „neu“ gekennzeichnet ist. Auktionen, die nicht exakt dem geforderten Auktionsobjekt entsprechen, da sie beispielsweise eine mehrfache Anzahl oder die Kombination von Produkten betreffen, werden nicht betrachtet. Der Datenbestand wird darüberhinaus um für die Analyse störende Informationen bereinigt. So werden Auktionen mit einem Manipulationsverdacht aufgrund unplausibler Endpreise ausgeschlossen. Dazu zählen Auktionen, in denen extrem hohe Endpreise erreicht wurden und die zwei höchsten Bieter nach der Auktion nicht mehr im Auktionshaus angemeldet waren. Außerdem werden iPad-Auktionen mit Endpreisen über 1.000€ sowie unter 200€ entfernt. Nach der Bereinigung stehen für die Analyse insgesamt 2.980 Auktionen von 2.155 Verkäufern zur Verfügung.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Häufigkeit von Sniping

In der Analyse werden in insgesamt 37% der untersuchten Auktionen Sniping-Gebote identifiziert. Die Häufigkeit der Sniping-Gebote variiert deutlich zwischen den verschiedenen Ländern und Kategorien. Bild 2 zeigt, dass in Deutschland in jeder zweiten Auktion Sniping-Gebote auftreten. In den USA sind demgegenüber nur 30% der Auktionen von Sniping betroffen.



**Bild 2: Anteil der Auktionen mit Sniping-Geboten und erfolgreichen Sniping-Geboten**

Auch die Erfolgswahrscheinlichkeit, dass eine Auktion mit Sniping auch mit einem Sniping-Gebot gewonnen wird, ist länderspezifisch. Während dies in Deutschland lediglich 56% der Auktionen sind, beträgt der Anteil in den USA 69%. Damit wird Sniping in Deutschland zwar in einem größeren Anteil der Auktionen eingesetzt als in den anderen Ländern, es ist jedoch prozentual seltener erfolgreich. In den verschiedenen Produktkategorien wird Sniping unterschiedlich häufig identifiziert und reicht von 26% (Sims 3) bis zu 40% (iPad 16GB 3G, Windows 7 Professional) der Auktionen. Die länderübergreifende Erfolgswahrscheinlichkeit von Sniping ist demgegenüber für alle Produktkategorien ähnlich und liegt bei ungefähr sechs von zehn Fällen.

Insgesamt geben Sniping-Bieter ( $B_S$ ) weniger Gebote ab als Bieter, die kein Sniping betreiben ( $B_{oS}$ ). Dieser in Tabelle 1 dargestellte Unterschied ist in nahezu allen Segmenten hochsignifikant. Dabei geben 76% der Sniping-Bieter in der jeweiligen Auktion genau ein Gebot ab und verwenden damit eine ausschließliche Sniping-Strategie. Die verbleibenden 24% setzen entweder eine kombinierte Bietstrategie ein oder entscheiden sich erst im Auktionsverlauf für Sniping. Dieser Befund bestätigt tendenziell die Studie von Roth und Ockenfels [14], in der 91% der befragten Sniping-Bieter angaben, ihre Sniping-Strategie schon am Anfang einer Auktion geplant zu haben.

	Deutschland		USA	
	$B_{oS}$	Differenz ( $B_S - B_{oS}$ )	$B_{oS}$	Differenz ( $B_S - B_{oS}$ )
IPad 16GB 3G	1,94	-0,32***	2,13	-0,29***
IPad 32GB 3G	1,99	-0,49***	1,96	-0,58***
IPad 64GB 3G	2,02	-0,72***	2,04	-0,61***
Sims 3 (PC-Spiel)	1,65	-0,07***	(1,93)	(1,13***)
Parfüm Chanel Mademoiselle	1,76	-0,65***	(2,12)	(-0,50)
Windows 7 Professional	1,69	-0,43***	1,87	-0,53***
$B_S$	Sniping-Bieter			
$B_{oS}$	Bieter, die kein Sniping betreiben			
***/**/*	Annahme der Alternativhypothese nach dem einseitigen Wilcoxon-Rangsummentest auf dem 1/5/10-prozentigen Signifikanzniveau			
(...)	Unzureichende Fallzahl			

**Tabelle 1: Durchschnittliche Gebotsanzahl von Sniping-Bietern und Bietern ohne Sniping**

## 4.2 Profitabilität von Sniping

Die weite Verbreitung zeigt die Bedeutung von Sniping als „best-practice“-Strategie. Die grundlegende Motivation für Sniping bildet die Annahme, mit dieser Strategie das Auktionsobjekt im Erfolgsfall zu einem besonders günstigen Preis zu erhalten. Der Vergleich der durchschnittlichen Endpreise zwischen Auktionen mit und ohne Sniping ist für die einzelnen Segmente in Tabelle 2 dargestellt. Dabei zeigt sich in sechs von zehn Segmenten mit ausreichender Fallzahl ein signifikanter Preisunterschied. Vor allem bei den IPad-Auktionen in den USA sind hochsignifikante Preisdifferenzen zu beobachten. In Deutschland sind drei Segmente mit signifikanten Preisdifferenzen zu beobachten.

	Deutschland [in €]		USA [in US-\$]	
	$A_{oS}$	Differenz ( $A_S - A_{oS}$ )	$A_{oS}$	Differenz ( $A_S - A_{oS}$ )
IPad 16GB 3G	453,66	-11,74**	548,30	-55,92***
IPad 32GB 3G	515,21	-13,75	603,51	-40,47***
IPad 64GB 3G	607,88	-20,77**	696,76	-31,26***
Sims 3 (PC-Spiel)	24,34	1,00	(21,28)	(2,34)
Parfüm Chanel Mademoiselle	67,37	-0,40	(58,68)	(-3,22)
Windows 7 Professional	60,90	-2,36*	92,11	5,34
$A_S$	Auktionen mit Sniping			
$A_{oS}$	Auktionen ohne Sniping			
***/**/*	Annahme der Alternativhypothese nach dem einseitigen Wilcoxon-Rangsummentest auf dem 1/5/10-prozentigen Signifikanzniveau			
(...)	Unzureichende Fallzahl			

**Tabelle 2: Vergleich der durchschnittlichen Endpreise von Auktionen mit und ohne Sniping**



Darauf aufbauend stellt sich die Frage, wie hoch der individuelle Gewinn eines Bieters ist, falls eine Auktion per Sniping-Gebot gewonnen wird. Hierzu wird die Differenz der durchschnittlichen Endpreise der Auktionen, in denen Sniping zum Gewinn führte und denen ohne Sniping, betrachtet. Um den individuellen Gewinn eines Bieters durch Sniping eindeutig bestimmen zu können, werden Auktionen, in denen Sniping nicht zum Gewinn führte, aus der Untersuchung ausgeschlossen. Tabelle 3 zeigt unterschiedlich hohe Gewinne durch Sniping in den verschiedenen Segmenten. Der höchste signifikante Gewinn ist bei den iPad-16GB-3G-Auktionen in den USA zu finden und beläuft sich mit 55\$ auf 10% des Auktionspreises. In den untersuchten Auktionen in Deutschland ist ein durchschnittlicher Gewinn von 1% bis 5% zu messen. Insgesamt ist Sniping damit häufig profitabel, führt jedoch nicht immer zu einer Preisersparnis. In zwei Segmenten werden für Sniping sogar höhere Preise ermittelt, wobei allerdings das Signifikanzkriterium nicht erfüllt wird.

	Deutschland [in €]		USA [in US-\$]	
	$A_{oS}$	Differenz ( $A_{SG} - A_{oS}$ )	$A_{oS}$	Differenz ( $A_{SG} - A_{oS}$ )
iPad 16GB 3G	453,66	-12,40*	548,30	-54,89***
iPad 32GB 3G	515,21	-15,57*	603,51	-36,69***
iPad 64GB 3G	607,88	-8,16	696,76	-35,49***
Sims 3 (PC-Spiel)	24,34	0,58	(21,28)	(3,97***)
Parfüm Chanel Mademoiselle	(67,37)	(-1,65)	(58,68)	(-1,51)
Windows 7 Professional	60,90	-2,77**	92,11	7,04
$A_{SG}$	Auktionen mit Sniping-Geboten, die zum Gewinn der Auktion führten			
$A_{oS}$	Auktionen ohne Sniping			
***/**/*	Annahme der Alternativhypothese nach dem einseitigen Wilcoxon-Rangsummentest auf dem 1/5/10-prozentigen Signifikanzniveau			
(...)	Unzureichende Fallzahl			

**Tabelle 3: Vergleich des Auktionspreises zwischen Auktionen, in denen Sniper gewonnen haben und Auktionen ohne Sniping**

### 4.3 Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wird untersucht, inwieweit die Profitabilität von Sniping von dem zugrunde gelegten Zehn-Sekunden-Intervall abhängt. Dabei wird betrachtet, ob alternative Intervalle von 5, 20, 60 und 120 Sekunden zu ähnlichen Ergebnissen führen. Tabelle 4 stellt die signifikanten Abweichungen der Endpreise zwischen Sniping-Auktionen ( $A_S$ ) und Auktionen ohne Sniping ( $A_{oS}$ ) in den jeweiligen Segmenten für unterschiedliche Sniping-Intervalle dar.

	Deutschland					USA				
	5	10	20	60	120	5	10	20	60	120
iPad 16GB 3G		**	***	***	***	***	***	***	***	***
iPad 32GB 3G	**		*	*	**	***	***	***	***	***
iPad 64GB 3G	*	**	**	**	**	*	***	***	***	***
Sims 3 (PC-Spiel)						(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
Parfüm Chanel Mademoiselle	(...)					(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
Windows 7 Professional	**	*				* <sup>1</sup>				
***/**/*	Annahme der Alternativhypothese nach dem einseitigen Wilcoxon-Rangsummentest auf dem 1/5/10-prozentigen Signifikanzniveau									
(...)	Unzureichende Fallzahl									
<sup>1</sup>	Signifikant höherer Endpreis in Sniping-Auktionen									

**Tabelle 4: Signifikante Abweichungen der Endpreise für alternative Sniping-Intervalle**

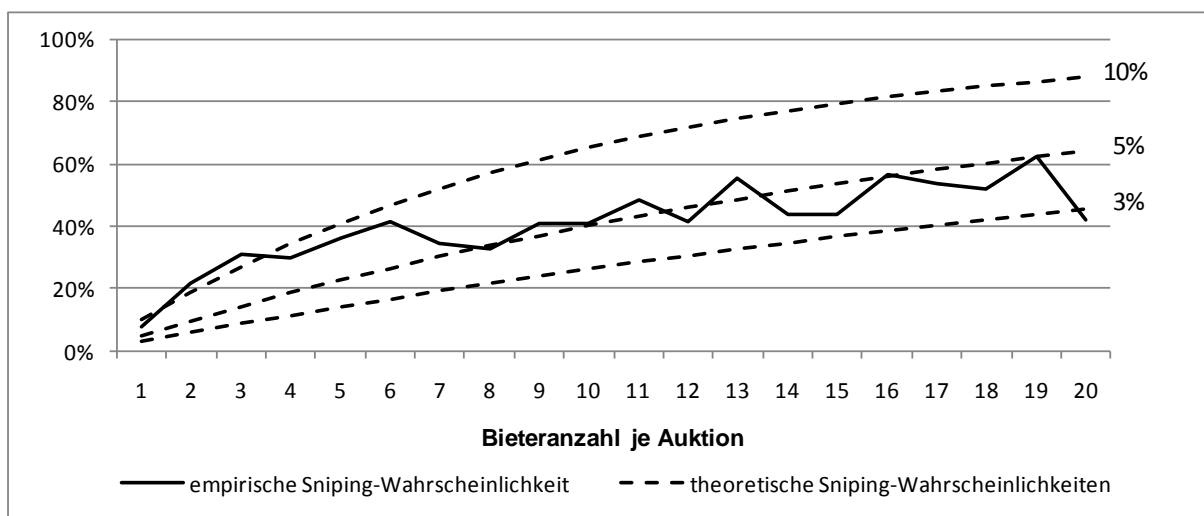
Es werden in 31 der insgesamt 49 Segmente mit ausreichender Fallzahl signifikante Unterschiede bei den Endpreisen gemessen. Dabei zeigen sich ähnliche Resultate für die verschiedenen Sniping-Intervalle, jedoch auch einige kleinere Abweichungen.

#### 4.4 Wirkungszusammenhänge

##### 4.4.1 Zusammenhang von Sniping und Bieteranzahl

Bei der Analyse des Bieterverhaltens zeigt sich, dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Sniping in einer Auktion mit der Zahl der Bieter zunimmt. Bild 3 stellt diesen Zusammenhang für die erhobenen Auktionen dar. Insgesamt erhöht sich die Sniping-Wahrscheinlichkeit von 10% in Auktionen mit nur einem Bieter auf ungefähr 50% in Auktionen mit mehr als zwölf Bietern. Dieser Anstieg kann durch eine punktbiseriale Korrelationsanalyse bestätigt werden. Dabei zeigt sich ein überwiegend hochsignifikanter und positiver Zusammenhang zwischen der Bieteranzahl und dem Auftreten von Sniping.

Dieser empirische Befund lässt sich mit einem einfachen statistischen Urnenmodell vergleichen, in dem Sniping-Bieter und normale Bieter durch zwei Lostypen *sniper* und *normal* repräsentiert werden. Die Wahrscheinlichkeit von Sniping in einer Auktion nimmt dann mit zunehmender Bieterzahl zu und beträgt  $p(n) = 1 - (1 - p(\text{sniper}))^n$ . Die hieraus resultierenden statistischen Sniping-Wahrscheinlichkeiten sind in Bild 3 vergleichend für alternative Werte von  $p(\text{sniper})$  dargestellt. Im Vergleich zeigt die empirische Sniping-Wahrscheinlichkeit einen flacheren Verlauf als aus dem statistischen Modell zu erwarten ist. Die Sniper treten damit gehäuft in Auktionen mit wenigen Bietern auf und meiden damit Auktionen mit höherer Wettbewerbsintensität.



**Bild 3:** Wahrscheinlichkeit eines Snipers nach Bieteranzahl je Auktion

Ein weiterer Zusammenhang besteht zwischen der Höhe des Startpreises und der Anzahl der Bieter einer Auktion. Tabelle 5 stellt diese statistisch hochsignifikante, stark negative Beziehung der beiden Kennzahlen in den untersuchten Segmenten dar. Ein geringer Startpreis attrahiert mehr Bieter, womit indirekt auch die Wahrscheinlichkeit für Sniping zunimmt. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Startpreis und Endpreis lässt sich anhand der Auktionsdaten jedoch nicht feststellen.

	Deutschland	USA
IPad 16GB 3G	-0,51***	-0,81***
IPad 32GB 3G	-0,67***	-0,80***
IPad 64GB 3G	-0,56***	-0,81***
Sims 3 (PC-Spiel)	-0,41***	-0,62***
Parfüm Chanel Mademoiselle	-0,49***	-0,48***
Windows 7 Professional	-0,47***	-0,60***

\*\*\*/\*\*/\* Annahme der Alternativhypothese nach dem einseitigen Signifikanztest auf dem 1/5/10-prozentigen Signifikanzniveau

**Tabelle 5: Spearmannsche Rangkorrelationskoeffizienten zwischen Bieteranzahl und Startpreis**

#### 4.4.2 Sniping zur Vermeidung von Shilling

Eine der Motivationen für Sniping besteht darin, Phantomgebote seitens des Anbieters zu vermeiden. Die Identifikation dieser als Shilling bezeichneten Manipulation wird in der Literatur zumeist anhand von indizienbasierten Verfahren vorgenommen. Für die hier vorgenommene Analyse des Zusammenhanges zwischen Shilling und Sniping wird das Identifizierungsverfahren von Schmeißer und Peters [16] verwendet, das verschiedene Ansätze aus der Literatur mit statistischen Methoden kombiniert.

Als Stichprobe werden 445 Verkäufer mit mindestens 30 Auktionen untersucht, von denen anhand des Verfahrens bei 63 Verkäufern Shilling detektiert wird. Mit einem zweiseitigen Wilcoxon-Rangsummentest wird anschließend überprüft, ob sich die durchschnittliche Sniping-Quote der Shilling-Verkäufer von der anderer Verkäufer unterscheidet. Das Ergebnis zeigt eine durchschnittliche Sniping-Quote von 40% bei den Shilling-Verkäufern gegenüber einer Quote von 34% bei den anderen Verkäufern und ist signifikant auf einem Fehlniveau von einem Prozent. Dieser Befund kann ein Indiz dafür sein, dass zumindest ein Teil der Bieter das Shilling der Verkäufer korrekt antizipiert und ihm mit Sniping begegnet. Anzumerken ist, dass das Ergebnis auf wenigen Shilling-Verkäufern basiert und daher weiterer Forschung bedarf. So könnte die erhöhte Sniping-Quote von 40% auch auf eine Unmasking-Strategie des Verkäufers zurückgehen, die fälschlicherweise als Sniping detektiert wird.

## 5 Zusammenfassung

Sniping ist eine in Online-Auktionen weit verbreitete Bietstrategie, die darauf abzielt, den Preisanstieg im Auktionsverlauf abzuschwächen. Die empirische Analyse zeigt, dass Sniping in Abhängigkeit des betrachteten Marktsegments zu durchschnittlichen Preisreduzierungen von bis zu 10% des Auktionspreises führt. Obwohl Sniping in Deutschland besonders weit verbreitet ist, fällt die Profitabilität hier gegenüber den USA vergleichsweise gering aus. Der Analyse liegt ein Sniping-Intervall von zehn Sekunden zugrunde, das sich im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse als unkritisch für die erzielten Ergebnisse zeigt.

Als Motivation für Sniping werden in der Literatur verschiedene Erklärungen genannt, die sich empirisch anhand der Auktionsdaten bislang nur schwer voneinander abgrenzen und verifizieren lassen. Die im Anschluss an die Kernfrage nach der Profitabilität angestellte explorative Datenanalyse liefert dazu erste Anhaltspunkte. So kann das statisch überproportionale Auftreten von Sniping in Auktionen mit wenigen Bietern als ein Indiz für das in der Literatur oft genannte

Schnäppchenjäger-Motiv interpretiert werden. Auch für das Motiv eines Schutzes vor Shilling-Geboten finden sich Indizien. Hier bietet sich ein noch weitgehend offenes Forschungsgebiet, das interessante Ergebnisse erwarten lässt.

## 6 Literatur

- [1] Ariely, D; Ockenfels, A; Roth, AE (2005): An experimental analysis of ending rules in internet auctions. *RAND Journal of Economics* 36(4): 890-907.
- [2] Bajari, P; Hortaçsu, A (2003): The winner's curse, reserve prices, and endogenous entry: empirical insights from eBay auctions. *RAND Journal of Economics* 34(2): 329-355.
- [3] Bajari, P; Hortaçsu, A (2004): Economic insights from internet auctions. *Journal of Economic Literature* 42: 457-486.
- [4] Berstein, D (2007): Sniping bargains: late bidding on pairs of eBay auctions. Working paper.
- [5] Büning, H; Trenkler, G (1994): *Nichtparametrische statistische Methoden*. 2. Auflage. de Gruyter.
- [6] Ely, JC; Hossain, T (2009): Sniping and squatting in auction markets. *American Economic Journal* 1(2): 68-94.
- [7] Engelberg, J; Williams, J (2009): eBay's proxy bidding: a license to shill. *Journal of Economic Behavior & Organization* 72(1): 509-526.
- [8] Gray, S; Reiley, D (2007): Measuring the benefits to sniping on eBay: evidence from a field experiment. Diskussionspapier; University of Arizona.
- [9] Ku, G; Malhotra, D; Murnighan, JK (2005): Towards a competitive arousal model of decision-making: A study of auction fever in live and internet auctions. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 96(2): 89-103.
- [10] Milgrom, PR; Weber, RJ (1982): A theory of auctions and competitive bidding. *Econometrica* 50(5): 1089-1122.
- [11] Ockenfels, A; Roth AE (2006): Late and multiple bidding in second price Internet auctions: theory and evidence concerning different rules for ending an auction. *Games and Economic Behavior* 55: 297-320.
- [12] Peters, M; Severinov, S (2006): Internet auctions with many traders. *Journal of Economic Theory* 130: 220-245.
- [13] Rasmusen, EB (2006): Strategic implications of uncertainty over one's own private value in auctions. *Advances in Theoretical Economics* 6(1).
- [14] Roth, AE; Ockenfels, A (2002): Last-minute bidding and the rules for ending second-price auctions: evidence from eBay and Amazon auctions on the internet. *The American Economic Review* 92(4): 1093-1103.
- [15] Schindler, J (2003): Auctions with interdependent valuations - theoretical and empirical analysis, in particular of internet auctions. Dissertation, Wirtschaftsuniversität Wien.

- [16] Schmeißer, C; Peters, R (2011): Shilling in Online-Auktionen. In: Bernstein, A; Schwabe, G (Hrsg.): Proceedings of the 10. International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2011) Zürich: 201-206.
- [17] Steiglitz, K (2007): Snipers, shills & sharks - eBay and human behavior. Princeton University Press.
- [18] Wang, W; Hidvegi, Z; Whinston, AB (2004): Shill-proof fee (SPF) schedule: the sunscreen against seller self-collusion in online English auctions. Working paper.
- [19] Wilcox, RT (2000): Experts and amateurs: the role of experience in internet auctions. Marketing Letters 11(4): 363-374.
- [20] Wintr, L (2008): Some evidence on late bidding in eBay auctions. NBB Working Paper 126, National Bank of Belgium.



# Learning to negotiate – The Tactical Negotiation Trainer

## **Philipp Melzer**

University of Hohenheim, Institute for Interorganisational Management & Performance,  
70593 Stuttgart, E-Mail: philipp.melzer@wi1.uni-hohenheim.de

## **Andreas Reiser**

University of Hohenheim, Institute for Interorganisational Management & Performance,  
70593 Stuttgart, E-Mail: andreas.reiser@wi1.uni-hohenheim.de

## **Mareike Schoop**

University of Hohenheim, Institute for Interorganisational Management & Performance,  
70593 Stuttgart, E-Mail: schoop@uni-hohenheim.de

## **Abstract**

Practitioners aim to learn how to negotiate, while researchers want to teach negotiations. In order to service both we analysed common problems occurring in negotiations. Based on research on negotiations training, an explanatory and practical design approach is presented. As a result we developed an automated negotiation partner for the negotiation support system Negoisst called the Tactical Negotiation Trainer. It is able to negotiate autonomously, write text messages and present guidance information to the human negotiator.

## **1 Introduction**

Negotiations are important and essential in every organization: Important because of highly individualised goods or services that are exchanged between organizations and complex utility structures that need to be satisfied. Organizations reach from individuals to small and medium-sized companies to stock-oriented enterprises. They try to optimise their negotiation skills in order to minimise transaction costs [7], [26], [27]. While looking specifically at negotiations it is important to define what we understand as a negotiation.

A negotiation is an iterative communication and decision making process between two or more agents (parties and their representatives) who:

- (1.) Cannot achieve their objectives through unilateral actions;
- (2.) Exchange communicative acts comprising offers, counter-offers and arguments;
- (3.) Deal with interdependent tasks;
- (4.) Search for a consensus which is a compromise decision [5].

Electronic markets often are very big, virtual, transparent and cheap; large distances between negotiators or often changing business partners are common [36]. In a highly interconnected and competitive world it is nowadays often useful to conduct negotiations electronically. These electronic negotiations can offer significant benefits such as the possibility to think about and evaluate an offer, to consult colleagues, to enable more rational exchange and to provide facilities of support for the negotiator [5].

There are limitations of electronic negotiations according to the medium used including missing cues such as mimics, gestures and non-verbal behaviour [10]. Negotiations are non-routine and complex tasks they require rich media that information systems often cannot provide [8]. Additionally, the mode of communication may lead to problems. If messages are exchanged in a synchronous or very fast manner, research shows that negotiators tend to be more competitive [25]. Another problem is the lack of trust between negotiators in electronic settings [31].

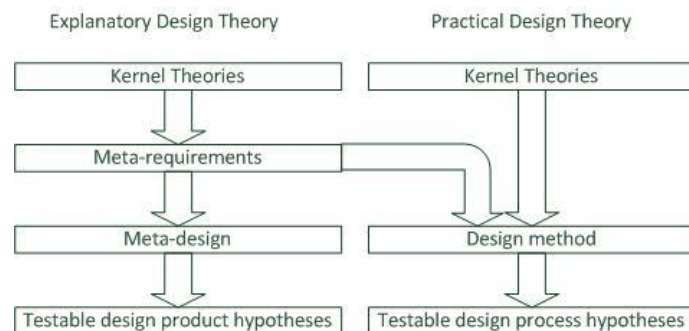
Negotiations are often trained in electronic [16] and non-electronic settings [6], [20], [38]. However electronic settings require different skills, thus specific training is essential. This necessity is recognised by the economy. According to a 2006 study on user assessment of internet based negotiation support systems (NSS) 80% of the responding companies want to use NSS to prepare and practice negotiations, but only 61% want to use it directly in a negotiation [41]. Training of electronic negotiations is hardly done until now and therefore we developed an automated negotiation trainer.

The goal of this work is to enhance the NSS Negoisst ([32], [33]) with a component that enables systematic learning for the user by strengthening the support functionality of Negoisst in a design-oriented approach. The newly implemented Tactical Negotiation Trainer (TNT) addresses the psychological, sociological and technological biases that we will describe in the following. The TNT is able to negotiate with a human user of Negoisst in an automated fashion (i.e., it can construct offers according to a predefined negotiation strategy) and write messages by using templates. Within its constraints, it should be able to act like a human negotiator to allow a real training experience. Additionally, a guidance component is developed that is able to give the user feedback and offer theoretical information about the negotiation process.

## **2 Design-oriented development of the Tactical Negotiation Trainer**

According to the framework of Baskerville [2] and Walls [43], presented in figure 1, design science consists of practical design science and explanatory design science. Whereas explanatory design science focuses on meta-requirements and meta-design of a class of artefacts and therefore can be generalised to a universal theory, practical design science characterises the particular design method and design process of an artefact instance. Both components use kernel theories as a foundation for meta-requirements or design methods. These kernel theories should be existing and well-explored theories surrounding relevant aspects of the problem. The link between these meta-requirements and design methods represents the mapping of generalised requirements that solve a given problem to specific components that could be developed as artefacts using a specific design method. The concrete process of design science research varies but most of them have one thing in common: They use artefacts to evaluate the design theory and eventually falsify it, if it does not conform to the previously defined meta-requirements [11].





**Figure 1: Design science framework adopted from Walls [43]**

## 2.1 Tactical Negotiation Trainer: Explanatory design science

Initially, all practitioners' problems of the new design theory should be listed and well founded in neighbouring theories in order to formulate generic meta-requirements. Out of these foundations, a proper design for these general requirements should be developed and an instantiation can be implemented. In the following the most important problems will be explained.

### 2.1.1 Psychological biases

Psychological decision making problems are, for example, the cognitive complexity of negotiation processes, ad hoc calculation of probabilities or others.

Before the start of a multi-attribute negotiation, negotiators usually have to be aware of their preferences. This affords full knowledge of the utility function concerning all attributes and their possible characteristics. Because an integrative negotiation may turn into an unforeseen direction and new alternatives may appear, full knowledge is impossible at this point in time. As a result, a rational decision in this context is impossible [17]. Simon [34] introduced the notion of bounded rationality to explain that these above mentioned values can only be imperfectly anticipated by imagination because their consequences lie in the future. Today there are different methods to explicate preferences in order to reduce cognitive complexity and ill-structured nature of problems before decisions are made, e.g. the Self Explicated Approach [14], Conjoint Analysis [1] or Analytical Hierarchy Process [29].

Another psychological problem is the ad hoc evaluation of received offers that strongly influences the following answers. According to Kahneman and Tversky [15], people evaluate decisions not in total assets but in gains and losses, where equal losses are perceived larger than their respective gains. Therefore, people tend to maintain the status quo in negotiations and avoid concessions. This problem is also known as the Status Quo Trap [28]. Additionally, the framing of offers (i.e., how they are verbalised in messages) may obfuscate the negotiators and influence the negotiations outcome according to the Framing Effect ([15], [24]).

### 2.1.2 Sociological biases

Sociological problems in decision making may occur within non-monolithic parties or between parties in negotiations. They may exist in cultural or economic differences or social impact on decision evaluation. Above mentioned differences between negotiators or demographic factors, such as gender or age, influence their style of negotiation e.g. their persuasion or aggressiveness. Therefore, it is important to know the negotiation partner and adapt one's style of negotiation [37] accordingly to reach mutual understanding ([40], [42]).

Another social bias is substantiated by social utility. Individual negotiators evaluate their outcomes, offers etc. relative to outcomes of their partners. They might reject offers that present gains because they are not as good as the previous one. This effect can also be observed the other way round. Negotiators sometimes worry about the outcome of their partner and thus try to be extra fair [28]. This can be rooted in the Theory of Social Impact [18], that explains an effect of arousal of individuals the more other persons are around respectively interacting with them.

### **2.1.3 Technological problems**

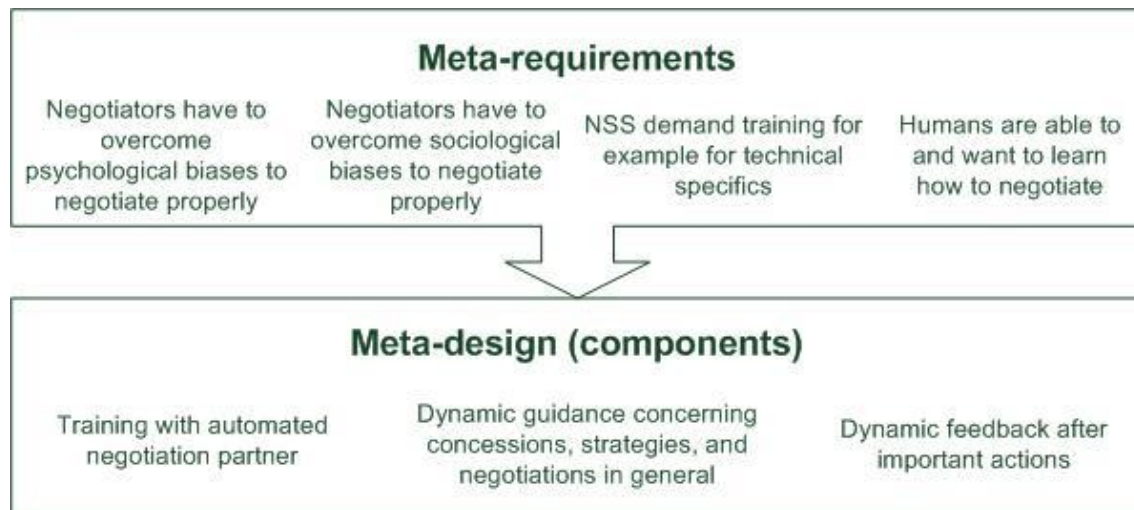
The previously mentioned types of biases are partly absorbed by the communication, decision and documentation support of NSS, but may still occur in supported negotiations. According to Benbasat [4] and Delaney [9], negotiators using decision support (DSS) solely can outperform face-to-face negotiators because of improved processing of information and reduced cognitive complexity. NSS users on the other hand can outperform DSS users and face-to-face negotiators in terms of negotiation outcomes caused by structured communication and a wide range of supporting functionalities. A big problem with NSS is user acceptance. The key for user acceptance of NSS composes around user experience, user characteristics and mainly on the achievement of good results [40]. But user acceptance should still be increased concerning usability, standardization and understanding of the system. Lim [19] for example states that users of NSS often need support by IT professionals or lots of experience with the system to use it effectively. Sometimes even the organizations using NSS as complex information systems have to adapt their structure and behaviour to the processes of the system [26].

Additional technological problems however are created by the NSS itself. These are mainly rooted in changes of communication compared to face-to-face negotiations. This type of negotiation can outperform other types of negotiations in terms of conflict handling style and coordinated group processes. The drawback of indirect communication influences the style of negotiation in electronic negotiation as well as the open question which mode of communication is more suitable for negotiations, i.e. synchronous or asynchronous message exchange [25].

### **2.1.4 Learning to negotiate**

Learning to negotiate, however, is not that difficult. Nadler and others ([20], [22], [23]) analysed different techniques of learning concerning joint negotiation outcomes, trade-offs and perception of the learning process by the respondent in face-to-face negotiations. They found that analogical learning (i.e., learning by reading a negotiation case study and comparing it to others) and observational learning lead to a significant improvement. Although the respondents, that had learnt by observation of a model negotiation, could not explain what they were doing. Didactic learning, which means learning theory of negotiations or revelation of the preference information of the negotiation partner, did not lead to a significant improvement, though. In real negotiations or negotiation tutorials these methods are usually mixed but the results may provide hints on how to compose a suitable learning environment for negotiations.

Since people cannot negotiate in a normative way, the target in learning how to negotiate is to support people prescriptively to overcome the problems discovered in descriptive analysis of decision making [28]. These problems can be generalized to psychological, sociological and technological biases [3]. Figure 2 gives an overview of the general meta-requirements and their corresponding meta-design.



**Figure 2: Meta-requirements and meta-design of a Tactical Negotiation Trainer**

### 2.1.5 Meta design

Automated training requires a negotiation agent capable of using a realistic negotiation strategy and generating text messages to utter its preferences and to evaluate its partners' offers. An agent, following Hewitt [12], is able to cooperate and learn, execute orders autonomously and form reactive or proactive decisions to achieve its goals. The need for a concession strategy and communication is implied by the above mentioned definition of negotiations. In order to reach mutual understanding, the agent should be capable of uttering different speech acts [30]. The automated training component mainly tries to relieve the technical biases by generating user experience. The users are able to adjust their behaviour to the specific functions of the NSS and achieve better outcomes. These two factors are positively correlated with user acceptance of the system [40]. Additionally, observational learning is enabled since the users might go through the case study step-by-step, imitate the TNT's behaviour or might re-evaluate their own behaviour.

Dynamic guidance means providing the negotiators with recommendations for their next offers. This can be done following a concession strategy or simply providing possible concessions. This component addresses the psychological and sociological biases because negotiators may compare their own offers with the rationally calculated recommendations, which are bias free. It follows the information revelation learning paradigm [23] by providing information. The users may try it or not.

Dynamic feedback seeks to provide the users with feedback about their actions. This could be in the form of joint utility values or explanation of utility changes. The dynamic feedback also addresses psychological and sociological biases because it helps user to evaluate their actions rationally. It follows the paradigm of didactic learning [23] because it explains negotiation theory to the user.

Our requirements can be fulfilled by the above mentioned three components defined in the meta-design: training with an automated negotiation partner, dynamic guidance and dynamic feedback to the negotiator. These components are subsumed in the Tactical Negotiation Trainer.

## 2.2 Tactical Negotiation Trainer: Practical design science

The practical design process started with a detailed requirements analysis. The goal at this stage was to find out the general requirements abstracted from the Negoisst system. Additionally the actual state of the system was analysed regarding the target state and how to use the already implemented functionalities for the new components to change as little as possible. During the specification and design stage the specific requirements were collected in a requirements specification. Three core software components were identified for implementation: The automated negotiator, an expert system to build dynamic text messages and a guidance component. Additionally a use case diagram, class diagram and specific sequence diagrams were developed and a manual for administration and negotiation purposes was written. The core components were implemented and tested after all.

### 2.2.1 Automated negotiator

The automated negotiator needs to simulate a human negotiator; therefore it should use a negotiation strategy that leads to an asymptotic negotiation process. The implementation uses a Tit-for-Tat strategy [39], which mirrors the concessions of the human negotiator to achieve an asymptotic concession path without being exploited. Still it is possible to implement further strategies. The automated negotiator, as the core component of the TNT, can be activated, deactivated and set up by an administrator, whereas the human negotiator just uses the Negoisst system as usual.

### 2.2.2 Sentence recommender

The sentence recommender component uses certain facts from the current negotiation, transfers them according to specific rules and formats them into human readable text messages. This process is briefly shown in figure 3.

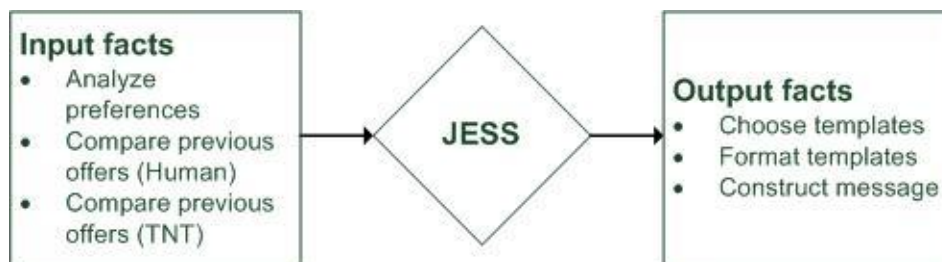
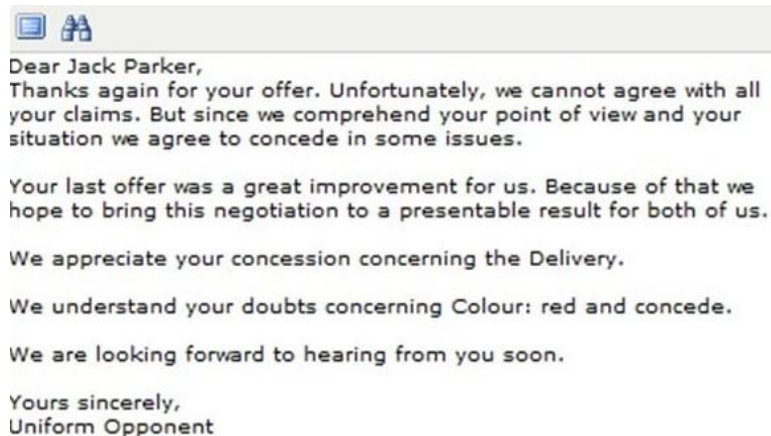


Figure 3: Sentence recommender

To build text messages the TNT uses a Java Expert System Shell (JESS) knowledge base, which contains lots of sentence templates to express specific intentions. Additionally it analyses the previous two offers written by the human negotiator and determines the changes between them. The offers of the TNT are handled the same way. Consequently all agenda changes of the human negotiator are evaluated using the preferences of the TNT. The JESS knowledge base is now filled with facts that state if these changes are beneficial or detrimental for the TNT. The expert system is started and transforms these facts into new facts representing specific sentence templates. These new facts contain several concrete sentences for one specific intention. Therefore one sentence is randomly chosen to vary the text messages. After all facts are transformed, they are formatted and variables that represent the names of the negotiators or attribute values are set. Then the messages are constructed and sent. As presented in figure 4,

text messages consist of a welcome sentence, an overall evaluation of the utility of the previous message sent by the human negotiator, a specific evaluation of the previously changed attributes and a farewell statement.



Dear Jack Parker,  
Thanks again for your offer. Unfortunately, we cannot agree with all your claims. But since we comprehend your point of view and your situation we agree to concede in some issues.

Your last offer was a great improvement for us. Because of that we hope to bring this negotiation to a presentable result for both of us.

We appreciate your concession concerning the Delivery.

We understand your doubts concerning Colour: red and concede.

We are looking forward to hearing from you soon.

Yours sincerely,  
Uniform Opponent

**Figure 4: Automatically generated text message**

### 2.2.3 Guidance

The guidance component is displayed during and after negotiations. As shown in figure 5, a possible concession is displayed to encourage the human negotiator to make concessions. Additionally a possible Tit-for-Tat offer is recommended to the human negotiator, which would result in better outcomes than just making concessions no matter what the negotiation partner does. But if both negotiators would strictly use a Tit-for-Tat strategy the negotiation would end in a deadlock and no agreement could be reached.



Concession    Utility Evaluation

**Possible Concession:**  
You can do a possible concession by changing the agenda item Number\_of\_promotional\_concerts to 10.0. Simultaneously this will lower your utility by: 7,00%.

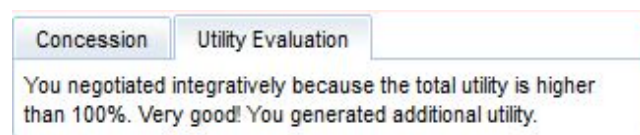
**Tit-for-Tat Offer:**  
Be careful! This could lead to a deadlock.

Royalties_for_CDs	5,0
Contract_signing_bonus	250000,0
CD_composition_and_design	Ms Sonabel
Number_of_radio_interviews	10
Number_of_promotional_concerts	6,0
Number_of_new_songs	15,0

**Figure 5: Possible concession and recommended Tit-for-Tat offer**

Alternatively, as shown in figure 6, the total utility of both negotiators is evaluated after each message. This should reveal additional information to the human negotiator to keep up the attention and de-emotionalise the negotiation. The human negotiator is also warned if certain constraints are violated. For example if the previous message did not represent a concession or the concession was too large.





**Figure 6: Utility evaluation after messages**

After a completed negotiation an extended utility evaluation, as shown in figure 7, is presented to the user to give feedback concerning information about some properties of the just finished negotiation (e.g. whether it was integrative or distributive) and how the individual outcome can be evaluated regarding the total utility.



**Figure 7: Utility evaluation after completed negotiation**

### 3 Discussion

Currently the state of research concerning the TNT is very early. In figure 8 we adopted the research framework by March [21] and integrated the current state of TNT research.

	Build	Evaluate	Theorise	Justify
Construct	Specification	Only explorative evaluation until now		
Model	Architecture models			
Method	Automated briefing			
Instantiation	TNT in Negoisst			

**Figure 8: Research matrix adopted from March [21] with current state of TNT**

We have written a generic specification of requirements for automated negotiation trainers and adapted it to the development of the TNTs instantiation for Negoisst. During its implementation, we constructed several technical models for the architecture of the instantiation e.g.: UML models. Additionally, the TNT is already used in negotiation experiments to train the participants, which clearly improves the method of briefing. Until now only an explorative evaluation has been carried out. Theorisation and Justification will have to follow after the evaluation is completed.

The explorative evaluation featured 20 participants negotiating with each other in bilateral negotiations. Everyone received the same case studies and tutorials, but additionally one half had to partake in a training negotiation with a TNT. After this seven day training period, one participant of the non-TNT-trained group had to negotiate with another one of the TNT-trained group and reach a binding result within 14 days. The goal of this experiment was to find out if there are any differences between TNT-trained negotiators and non-TNT-trained ones. The resulting values of the two groups show a non-significant rise of the individual utility comparing training and main negotiations as well as comparing non-TNT-trained and TNT-trained negotiators. The descriptive statistics retrieved out of pre- and post questionnaires although show some interesting findings.

- 40% of the TNT-trained group perceives their negotiation skills to be better than before whereas nobody in the non-TNT-trained group feels this way. In contrast 30% perceive their skills to be worse. (N=20)
- 80% of TNT-trained negotiators perceive their understanding of the Negoisst system to be very good or good whereas only 30% of the Non-TNT trained ones think the same. (N=20)
- The coherence of the TNTs text messages is assessed to be very good or good by 30% of the test persons. 70% assess it to be medium. (N=10)
- 70% assess the possible concession of the TNT to be very useful, useful or at least medium. For the Tit-for-Tat offer recommendation this value is up to 80%. (N=10)

Furthermore, they gained self-confidence concerning their negotiation skills. TNT-trained negotiators rated their skills and their perceived results far better than their respective negotiation partners. Finally they felt better-prepared for further negotiations.

Currently we use the TNT in our international negotiation experiments with several hundred negotiators. After the core components of the system are explained, the negotiators are provided with an example case study to practice. Before the TNT was introduced, they negotiated with themselves by controlling both negotiation parties. Now they can focus on their instructions while negotiating. As the number of test negotiations is the same the quality has improved. For example, the test persons can experience the reaction of a “real” negotiation partner that acts based on rational decision making. Since using the TNT we experience significantly fewer support requests during the main negotiations concerning technical issues. The main negotiations are more goal-oriented [44] as well because negotiators know better what outcomes are possible. They concentrate on reaching this kind of outcome again in the main negotiation.

These results have to be handled with caution, but they point out some general tendencies. Further research especially on the quantitative impacts on negotiation results is necessary, though. In the explorative analysis there were several confounding variables. For example one drawback could have been the correlation between language patterns in text messages and negotiation outcomes [35] that has to be explored in further studies.

## 4 Conclusion

This work points out the need of training in electronic negotiations, which results from different biases in negotiation support systems. It explains how future negotiators can learn how to negotiate and proposes a design-oriented approach to develop an automated training component.

As a design artefact the TNT is implemented as an additional component to the NSS Negoisst and a conceptual documentation is generated. We evaluated the concept using an explorative approach. Nevertheless more research is necessary to evaluate the influence of this concept on electronic negotiations properly. It is essential to find out, whether TNT usage leads to significant improvement of training results. Furthermore, it could be possible to find out what kind of specific training method according to Nadler [23] is most effective. In the end, the goal is to improve the outcomes of the trained negotiators in electronic negotiations. The effect of this training on face-to-face negotiations has to be assessed as well. Therefore, other experimental settings are also called for.

## 5 References

- [1] Backhaus, K, Voeth, M (2004): Handbuch Industriegütermarketing. 1<sup>st</sup> Edition. Gabler, Wiesbaden.
- [2] Baskerville, R, Pries-Heje, J (2010): Erklärende Designtheorie. *Wirtschaftsinformatik* 52(5):259-271.
- [3] Bazerman, MH, Curhan, JR, Moore, DA, Valley, KL (2000): Negotiation. *Annual Review of Psychology* 51(1):279-314.
- [4] Benbasat, I, Lim LH (1993): The effects of group, task, context and technology variables on the usefulness of group support systems: A meta-analysis of experimental studies. *Small Group Research* 24(4):430-462.
- [5] Bichler, M, Kersten, GE, Strecker, S (2003): Towards a structured design of electronic negotiations. *Group Decision and Negotiation* 12(4):311-335.
- [6] Coleman, PT, Lim YYJ (2007): A systematic approach to evaluating the effects of collaborative negotiation training on individuals and groups. *Negotiation Journal* 17(4): 363-392.
- [7] Cordella, A (2001): Does information technology always lead to lower transaction costs? *Proceedings of the 9th European Conference on Information Systems*. Bled.
- [8] Daft, RL, Lengel, RH (1986): Organizational information requirements, media richness and structural design. *Management Science* 32(5):554-571.
- [9] Delaney, MM, Foroughi, A, Perkins, WC (1997): An empirical study of the efficacy of a computerized negotiation support system (NSS). *Decision Support Systems* 20(3):185-197.
- [10] Friedman, RA, Currall, SC (2004): E-mail escalation: Dispute exacerbating elements of electronic communication. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=304966](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=304966). Accessed at 08/30/2011.
- [11] Hevner, AR, March, ST, Park, J (2004): Design Science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1):75-105.
- [12] Hewitt, C (1977): Viewing control structures as patterns of passing messages. *Artificial Intelligence* 8(3):323-364.
- [13] Hofstede, G (1980): Cultures consequences: International differences in work related values. 1<sup>st</sup> Edition. Sage Publications, Beverly Hills.
- [14] Jain, AK, Mahajan V, Malhotra, NK (1979): Multiattribute preference models for consumer research: A synthesis. *Advances in Consumer Research* 6(1):248-252.
- [15] Kahneman, D, Tversky, A (1984): Choices, values, and frames. *American Psychologist* 39(4):341-350.
- [16] Kersten, GE, Noronha, SJ (1999): WWW-based negotiation support: Design, implementation, and use. *Decision Support Systems* 25(2):135-154.
- [17] Koehne, F, Schoop, M, Staskiewicz, D (2004): Decision support in electronic negotiation systems – New challenges. *The IFIP International Conference on Decision Support Systems*. Prato.



- [18] Latané, B (1981): The psychology of social impact. *American Psychologist* 36(4):343-356.
- [19] Lim, J (2003): A conceptual framework on the adoption of negotiation support systems. *Information and software technology*, 45(8):469-477.
- [20] Loewenstein, J, Thompson, L, Gentner, D (1999): Analogical encoding facilitates knowledge transfer in negotiation. *Psychonomic Bulletin & Review* 6(4):586-597.
- [21] March, S, Smith, G (1995): Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems* 15(4):251-266.
- [22] Movius, H (2008): The effectiveness of negotiation training. *Negotiation Journal* 24(4): 509-531.
- [23] Nadler, J, Thompson, L, Van Boven, L (2003): Learning negotiation skills: Four models of knowledge creation and transfer. *Management Science* 49(4):529-540.
- [24] Neale, MA, Bazerman, MH (1985): The effects of framing and negotiator overconfidence on bargaining behaviors and outcomes. *The Academy of Management Journal* 28(1):34-49.
- [25] Pesendorfer, EM, Koeszegi, ST (2006): Hot versus cool behavioural styles in electronic negotiations: The impact of communication mode. *Group Decision and Negotiation* 15(2):141-155.
- [26] Picot, A, Baumann, O (2010): Die Bedeutung der Organisationstheorie für die Entwicklung der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 51(1):72-80.
- [27] Picot, A, Reichwald, R, Wigand, R, T (2003): *Die grenzenlose Unternehmung*. 5<sup>th</sup> Edition. Gabler, Wiesbaden.
- [28] Raiffa, H, Richardson, J, Metcalfe, D (2002): *Negotiation Analysis*. 1<sup>st</sup> Edition. Harvard: Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London, England.
- [29] Saaty, TL (1994): How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces* 24(6):19-43.
- [30] Searle, JR (1969): *Speech acts: An essay in the philosophy of language*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- [31] Schoop, M (2005): A language-action approach to electronic negotiations. *Systems, Signs & Actions* 1(1):62-79.
- [32] Schoop, M, Dannenmann, A, Duckek, K, Reiser A, (2010): Negoisst – Sophisticated support for electronic negotiations. Presentation at Group Decision and Negotiation. Delft.
- [33] Schoop, M, Jertila, A, List, T (2003): Negoisst: A negotiation support system for electronic business-to-business negotiations in e-commerce. *Data and Knowledge Engineering* 47(3):371-401.
- [34] Simon, HA (1957): *Administrative behavior – A study of decision-making processes in administrative organization*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York, Macmillan.
- [35] Sokolova, M, Szpakowicz, S (2007): Strategies and language trends in learning success and failure of negotiation. *Group Decision and Negotiation* 16(5):469-484.

- [36] Stroebe, M (2000): Effects of electronic markets on negotiation processes. *Proceedings of the 9th European Conference on Information Systems*. Vienna.
- [37] Shell, RG (2001): Teaching Ideas – Bargaining Styles and Negotiation: The Thomas-Kilmann Conflict Mode Instrument in Negotiation Training. *Negotiation Journal* 17(2):155-174.
- [38] Thompson, L, Gentner, D, Loewenstein, J (2000): Avoiding missed opportunities in managerial life: Analogical training more powerful than individual case training. *Organizational behavior and Human Decision Processes* 82(1):60-75.
- [39] Tutzauer, F (1991): Bargaining outcome, bargaining process and the role of communication. In: Dervin, B, Voigt MJ (Ed.), *Progress in Communication Sciences Volume X*. Ablex, Norwood.
- [40] Vetschera, R, Kersten, GE, Koeszegi, ST (2001): Exploratory analysis of success determinants of web-based negotiation support systems. <http://interneg.concordia.ca/views/bodyfiles/paper/2001/02.pdf>. Accessed at 04/20/2011.
- [41] Vetschera, R, Kersten, GE, Koeszegi, ST (2006): User assessment of internet based negotiation support systems: An exploratory study. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 16(2):123-148.
- [42] Volkema, RJ (2004): Demographic, cultural, and economic predictors of perceived ethicality of negotiation behavior: A nine country analysis. *Journal of Business Research* 57(1):69-78.
- [43] Walls, JG, Widmeyer, GR, El Sawy, OA (2004): Assessing information system design theory in perspective: How useful was our 1992 initial rendition? *Journal of Information Technology Theory and Application* 6(2):43-58.
- [44] Weigand, H, De Moor, A, Schoop, M, Dignum, F (2003): B2B Negotiation support: The need for a communication perspective. *Group Decision and Negotiation* 12(1):3-29.

# **E-Requirements Negotiation: Elektronische Verhandlungen in der verteilten Softwareentwicklung**

**Georg Herzwurm**

Universität Stuttgart,  
Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik II  
(Unternehmenssoftware), 70174 Stuttgart, E-Mail: herzwurm@wi.uni-stuttgart.de

**Mareike Schoop**

Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I - Organisational Communication,  
70593 Stuttgart, E-Mail: m.schoop@uni-hohenheim.de

**Andreas Reiser**

Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I - Organisational Communication,  
70593 Stuttgart, E-Mail: andreas.reiser@uni-hohenheim.de

**Benedikt Krams**

Universität Stuttgart,  
Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik II  
(Unternehmenssoftware), 70174 Stuttgart, E-Mail: krams@wi.uni-stuttgart.de

## **Abstract**

Der Beitrag zeigt Potenziale der elektronischen Unterstützung von Anforderungsverhandlungen im Kontext verteilter Softwareentwicklung anhand der Disziplin des Requirements Engineering (RE) auf. Dazu erfolgt die Vorstellung und Einordnung des Begriffs „Requirements Negotiation“ in die Begriffswelt des e-Business und die Verzahnung mit e-Collaboration, als ein Bestandteil der 4C-Klassifikation bestehend aus Communication, Coordination, Cooperation sowie Collaboration. Anhand von Verhandlungsunterstützungssystemen werden drei wesentliche Aspekte der elektronischen Anforderungsverhandlung verdeutlicht, die Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung des Tools im Kontext des RE liefern (Entscheidungs- und Kommunikationsunterstützung, Dokumentenmanagement).

## **1 Einleitung**

Im Zeitalter fortwährender Globalisierung und der anhaltenden Verzahnung weltweiter Märkte hat e-Business nichts von seiner Bedeutung eingebüßt; vielmehr gewinnen Ausgestaltungsformen des e-Business, wie etwa e-Procurement, weiterhin an Bedeutung noch hinzu [12].

Durch das Zusammenwachsen verschiedener Regionen über globale Netze, bspw. das Internet, eröffnen und etablieren sich neue Wege der Zusammenarbeit räumlich und zeitlich getrennt agierender Geschäftspartner [5]. Die Zunahme internationaler Firmenzusammenschlüsse macht „ein verteiltes Entwickeln von Software unumgänglich“ [6], [29]. E-Collaboration stellt eine Aktivität des e-Business dar [38], die komplexe Geschäftsbeziehungen, wie beispielsweise in der Softwareentwicklung vorhanden, unterstützen kann [7]. Der vorliegende Artikel zeigt diesen Zusammenhang zunächst auf, um den Grundstein für die weiteren Ausführungen zu legen: der Einsatz von elektronischer Verhandlungsunterstützung (im folgenden e-Negotiation) für Anforderungsverhandlungen (Requirements Negotiations) im Rahmen des Requirements Engineering (RE) als eine Form von e-Collaboration in der verteilten Softwareentwicklung. Der Beitrag fußt primär auf eigenen Forschungsergebnissen zu e-Negotiation und RE.<sup>1</sup> Darauf aufbauend erfolgte eine Literaturanalyse hinsichtlich der Zusammenführung beider Betrachtungsgegenstände hin zu Requirements Negotiations.<sup>2</sup> Ziel ist, neben der Notwendigkeit toolgestützter Anforderungsverhandlung, die Potenziale der Umsetzung von e-Requirements Negotiation anhand von Negotiation Support Systemen (NSS) als technische Lösung aufzuzeigen.

## 2 E-Business, E-Collaboration und verteilte Softwareentwicklung

Die wissenschaftliche Literatur hat bisher eine Vielzahl an Definitionen des Begriffs Electronic Business (e-Business) hervorgebracht (für eine Übersicht s. bspw. [38]). Dies ist zum einen der Entstehung des Begriffs bereits Ende der 1990er geschuldet [2], [32], zum anderen der stark angestiegenen Bedeutung im Zuge des dot.com-Hypes [2], [32] und der bestehenden Relevanz, nach einer Ernüchterungsphase, darüber hinaus [21].<sup>3</sup> Eine im Sinne dieser Ausführungen hinreichende Definition dergestalt, als dass sie eine Überleitung hin zum Begriff der e-Collaboration und Verhandlung motiviert, liefert Kollmann:

„E-Business ist die Nutzung der Informationstechnologien für die Vorbereitung (Informationsphase), Verhandlung (Kommunikationsphase) und Durchführung (Transaktionsphase) von Geschäftsprozessen zwischen ökonomischen Partnern über innovative Kommunikationsnetzwerke (theoretische Sichtweise).“ [21].<sup>4</sup>

Zwecks Einordnung der Aktivitäten des Requirements Engineering (s. Kap. 3.1) sowie von Requirements Negotiation (s. Kap. 3.2) in den e-Business Kontext wird die 4C-Klassifikation (basierend auf dem 3C-Modell elementarer Arbeitsprozesse<sup>5</sup>) motiviert: bestehend aus den aufeinander aufbauenden Bereichen Communication, Coordination, Cooperation [35], [1] und Collaboration kann es mit seinen Bereichen als Komponente von e-Business gemäß obiger Definition betrachtet werden. Der Grad der Interaktivität der Beteiligten nimmt von Communication über Cooperation und Coordination hin zu Collaboration zu (s.a. Bild 1). Die Bereiche können wie folgt beschrieben werden [1]:

<sup>1</sup> Siehe dazu die Publikationsverzeichnisse der an diesem Beitrag beteiligten Lehrstühle unter <http://www.wi-us.uni-stuttgart.de> sowie <http://wi1.uni-hohenheim.de>.

<sup>2</sup> Dazu wurden einschlägige Literaturrecherchedatenbanken (wie etwa EBSCOhost oder IEEE Xplore) mit Fokus auf Zeitschriften und Tagungsbände genutzt. Die Recherche erfolgte als exakte Phrase unter dem Suchbegriff „requirements negotiation“ bzw. dessen Singular- und Pluralformkombinationen in der Rubrik „Suche über alles [ALL]“ bzw. dazu entsprechenden Suchfunktionen.

<sup>3</sup> Siehe zu den einzelnen Phasen den e-Business Lebenszyklus z. B. in [20].


<sup>4</sup> Für die praktische Sichtweise siehe [21]. Wie spätere Ausführungen in Kapitel 3.2 zeigen, liegt hier bereits eine inhaltliche Nähe zu den noch vorzustellenden e-Negotiation vor.

<sup>5</sup> Das 3C-Modell wird im Zusammenhang von Computer Supported Collaborative Work (CSCW) bzw. Groupware, als eine Form computer-gestützter Teamarbeit [15], häufig in der Literatur genannt (z. B. in [8], [1]).

- Communication steht insbesondere für die Prozesse des Austauschs von Informationen innerhalb und zwischen Organisationen und schließt vor- und nachgelagerte Aktivitäten des Informationsaustauschs mit ein.
- Coordination bezeichnet hingegen Kommunikation hinsichtlich aufgabenbezogener Tätigkeiten, wobei Teilaufgaben und Schnittstellen aufeinander abgestimmt sind und geregelt sowie routiniert erledigt werden können.
- Cooperation ist Koordination im Hinblick auf die Erreichung eines gemeinsamen Ergebnisses, wobei Teilaufgaben asynchron erledigt und in einem finalen Schritt zusammengefügt werden können.
- Collaboration stellt darüber hinaus die „elektronische, netzwerkbasierte, interaktive, intra- oder interorganisationale Zusammenarbeit“ dar [38].

Der Aspekt der Zusammenarbeit rückt bei der Definition von Collaboration explizit in den Vordergrund, wohlweislich, dass Kommunikation für diese Form der Zusammenarbeit unerlässlich ist. Ziel von e-Collaboration ist darüber hinaus die „Optimierung von Prozessen (...), die mit der Leistungserstellungs- und/oder Leistungsaustauschprozessen verbunden sind.“ [38].

Im Folgenden benutzen wir das Zusammenspiel von Communication, Cooperation, Coordination und Collaboration als 4C-Klassifikation, um anhand derer den Zusammenhang von e-Business und e-Collaboration und später der Aktivitäten des RE (insbesondere Requirements Negotiation) darzustellen. Die folgende Abbildung (Bild 1) stellt zunächst die 4C-Klassifikation mit exemplarischen e-Business Anwendungen gegenüber und verdeutlicht zudem die Entwicklung der Begrifflichkeiten dieser Klassifikation dahin gehend, als dass der Grad der Interaktivität, der Geschäftsprozessabdeckungs- sowie der Automatisierungsgrad von Communication kommend hin zu Collaboration zunimmt [13].

4C-Klassifikation	Communication	Coordination	Cooperation	Collaboration
Interaktivität/Geschäftsprozessabdeckungsgrad/ Automatisierungsgrad				
Exemplarische E-Business Anwendungen	E-Mail	E-Purchasing	E-Procurement	E-Supply Chain Management

**Bild 1: Verbindung der 4C-Klassifikation mit exemplarischen e-Business Anwendungen**

E-Collaboration stellt das Szenario im Kontext der verteilten Softwareentwicklung dar, das den folgenden Ausführungen dieser Ausarbeitung zugrunde liegt. Im Folgenden beteiligen sich die Autoren nicht an der Diskussion bezüglich der Notwendigkeit verteilter Softwareentwicklung an damit verbundenen Ausgestaltungsformen des Outsourcing.<sup>6</sup> Vielmehr gilt für diese Ausarbeitung

<sup>6</sup> Für eine Übersicht siehe bspw. [5].

die verteilte Softwareentwicklung als gegebenes Szenario. Unter verteilter Softwareentwicklung wird „die nationale oder internationale Zusammenarbeit zwischen räumlich verteilten Organisationen, Standorten und Menschen“ verstanden [5]. Insbesondere die räumliche Distanz und eine zeitlich versetzte Koordination machen den Einsatz von geeigneten Unterstützungswerkzeugen notwendig. Kapitel 4 greift diese Notwendigkeit auf und leitet zu NSS über, welche zur Anforderungsverhandlung im Requirements Engineering eingesetzt werden sollen.

Im Folgenden werden zunächst die Aktivitäten im RE mit Fokus auf die Anforderungsverhandlung vorgestellt, um die Relevanz von e-Requirements Negotiations im Kontext des e-Collaboration hinführend zum Toolsupport in Kapitel 4 zu verdeutlichen.

### **3 Aktivitäten des Requirements Engineering im Kontext verteilter Softwareentwicklung**

Requirements Engineering im Kontext der Softwareentwicklung zur Entwicklung softwareintensiver Systeme [24] ist ein kooperativer, iterativer und inkrementeller Prozess [23], bei dem die Anforderungen an ein zu entwickelndes System im Vordergrund stehen.<sup>7</sup> Diese Anforderungen müssen den Beteiligten bekannt und verstanden, sowie zwischen diesen abgestimmt sein [23].

Die folgenden Ausführungen umreißen Aktivitäten im Requirements Engineering und richten den Fokus auf die Verhandlung von Anforderungen als Vorstufe der Vorstellung des Ansatzes der Electronic Requirements Negotiation im Rahmen des RE.

#### **3.1 Aktivitäten im Requirements Engineering**

Im Requirements Engineering werden gemäß dem RE-Rahmenwerk von Pohl folgende Kernaktivitäten unterschieden [25]:<sup>8</sup>

- Gewinnung,
- Dokumentation und
- Übereinstimmung von Anforderungen.

Daneben identifiziert Pohl flankierende Aktivitäten im Requirements Engineering die wie folgt lauten:

- Validierung und
- Management von Anforderungen.

Ferner vervollständigen der Systemkontext (Aktivität: System- und Kontextabgrenzung des zu entwickelnden Systems) als auch Anforderungsartefakte (Aktivität: Dokumentation des Bezugs zu einem der Artefakte Ziele, Szenarien, lösungsorientierte Anforderungen) dieses Rahmenwerk [24].

---

<sup>7</sup> Anforderungen werden unterteilt in funktionale Anforderungen, nicht-funktionale Anforderungen (Qualitätsmerkmale) sowie Randbedingungen [24].

<sup>8</sup> Je nach Granularitätsstufe kann eine unterschiedliche Anzahl an Aktivitäten definiert werden. Z. B. verwenden Hull u.a. sowie Patig u.a. sieben Aktivitäten [16], [22], Pohl und Rupp identifizieren sechs Aktivitäten [23].

Ein Ziel im RE ist die Gewährleistung, dass „die involvierten Stakeholder<sup>9</sup> eine ausreichende Übereinstimmung über die bekannten Anforderungen erzielen“ [25], um Konflikte frühzeitig zu erkennen, aufzulösen und Konsens zu erreichen: dabei handelt es sich um ein gleiches Ziel, wie es für Anforderungsverhandlungen definiert wird (vgl. Kap. 3.2). Die Autoren dieses Beitrags verstehen alle Aktivitäten im RE als Verhandlungsaktivitäten; begründet dadurch, dass sowohl bei der Anforderungserhebung (Gewinnung), Dokumentation (natürlichsprachig und modellbasiert), der Übereinstimmung (hier: Verhandlung), der Validierung (Prüfung), dem Management von Anforderungen (Verwaltung), der System- und Kontextabgrenzung und der Dokumentation der Artefakte je Stakeholder beteiligt sind: Stakeholder als Vertreter der Auftraggeber als auch Auftragnehmer. Die Intensität der Beteiligung ist bei den jeweiligen Aktivitäten unterschiedlich, jedoch nicht zu verneinen. Explizit im Sinne des e-Collaboration arbeiten intra- als auch interorganisationell Stakeholder zusammen (vgl. Kap. 2), im Rahmen einer verteilten Softwareentwicklung darüber hinaus zeitlich (a)synchron und räumlich verteilt,<sup>10</sup> was eine elektronische Unterstützung des Verhandlungsprozess unentbehrlich werden lässt.

Der Begriff der elektronischen Anforderungsverhandlung (e-Requirements Negotiation) wird daher eingeführt und für die darauf folgenden Kapitel motiviert.

### 3.2 Fokus: Requirements Negotiation

Verhandlungen werden definiert als iterativer Kommunikations- und Entscheidungsprozess zwischen mindestens zwei Beteiligten, die ihre Ziele nicht durch ihre alleinigen Aktionen erreichen können, die Information über Angebote und Argumente austauschen, deren Aufgaben interdependent sind und die einen Kompromiss als Ergebnis der Verhandlung suchen [3]. Zu ersehen ist die gegenseitige Abhängigkeit der Verhandelnden, die ihre Ziele nicht isoliert erreichen können sowie deren Streben nach Konsens, um eine Kompromissentscheidung zu erreichen.

Diese Sichtweise auf Verhandlungen deckt sich mit der, die im Kontext des e-Collaboration und der verteilten Softwareentwicklung zielführend ist, insbesondere der Aspekt des Konsens und der Konfliktlösung (s. z. B. [11]).<sup>11</sup> Ziele und Ergebnisse können je nach Ausgestaltung einer Verhandlung zunächst völlig unterschiedlich sein. Die Verhandlungsforschung beschäftigt sich dabei vornehmlich mit distributiven (win-lose) und integrativen (win-win) Verhandlungssituationen. Eine distributive Verhandlung entspricht dabei dem klassischen Nullsummenspiel, wie es bei Preisverhandlungen häufig der Fall ist, während eine integrative Verhandlung die gemeinsame Gewinnmaximierung durch Vergrößerung des Verhandlungsraums anstrebt, z.B. durch Hinzufügen weiterer Verhandlungspunkte oder der Ausnutzung unterschiedlicher Präferenzen. Die Interessen der Akteure liegen in diesem Fall nicht vollkommen gegensätzlich zueinander, sondern weisen zumindest eine teilweise Überschneidung auf, wie es auch in multiattributiven RE-Situationen üblicherweise der Fall ist.

<sup>9</sup> Stakeholder sind verkürzt ausgedrückt Personen oder Organisationen, die ein Interesse an dem Ergebnis Systementwicklung haben [24].

<sup>10</sup> Abgrenzung von same time/different place sowie different time/different place: siehe dazu die CSCW Matrix von Johansen [17] sowie in [8] oder [11].

<sup>11</sup> E-Collaboration beschreibt die Zusammenarbeit hinsichtlich eines gemeinsamen Ergebnisses (vgl. Kap. 2).

Im Rahmen der Anforderungsverhandlung werden daher ausschließlich integrative Verhandlungen betrachtet, bei denen eine Gesamtnutzenmaximierung erreicht werden soll.<sup>12</sup> Diese Sichtweise liegt darin begründet, dass bei einer engen Kollaboration wie bei der Softwareentwicklung, Verhandlungsansätze, die ein Scheitern in Kauf nehmen, nicht zielführend sind.

Darüber hinaus werden in Softwareentwicklungsprojekten, selbst wenn nur hoch priorisierte Anforderungen verhandelt werden, eine mengenmäßige Vielzahl von Anforderungen verhandelt; je höher die Anzahl der Verhandlungsgegenstände (Attribute), desto höher ist auch das zu erwartende integrative Potential.

Die Definition von Requirements Negotiation ähnelt der der Verhandlung, Betrachtungsgegenstand sind jedoch Anforderungen (das Was), die Produktfunktionen (Lösungen; das Wie), die Wahl der zu nutzenden Technologie sowie Vertragsbestandteile wie Projektlaufzeit und –kosten: „In general terms, requirements negotiation can be seen as an iterative process through which stakeholders make tradeoffs between requested system functions, the capabilities of existing or envisioned technology, the delivery schedule and the cost.“ [11].

Das nachfolgende Bild 2 fasst die bisherigen Erkenntnisse analog der Abbildung 1 zusammen. Insbesondere verdeutlicht diese den Einklang der 4C-Klassifikation mit den im Vorfeld dargestellten Kern- und flankierenden Aktivitäten des RE (vgl. Kap. 2).

- Einklang von Dokumentation und Communication: Dokumentation wird hier als einer Kommunikation nachgelagerte Aktivität verstanden.
- Einklang von Validierung und Coordination: Validierung (Prüfung) als eine Aktivität, die geregelt und routiniert erledigt werden kann.
- Einklang von Management und Cooperation: Management (Verwaltung) als eine Aktivität, die geregelt und routiniert, sowie darüber hinaus asynchron erledigt werden kann.
- Einklang von Gewinnung, Übereinstimmung (i.S.v. Verhandlung inklusive e-Requirements Negotiation) und Collaboration: beide Aktivitäten sollten synchron durchgeführt werden, um die Interaktion der Beteiligten zu fördern.

4C-Klassifikation	Communication	Coordination	Cooperation	Collaboration
RE-Aktivitäten	Dokumentation	Validierung	Management	Gewinnung <b>E-Requirements Negotiation</b>

**Bild 2: Einklang: 4C-Klassifikation und Aktivitäten des Requirements Engineering**

Hervorzuheben ist dabei das „Matching“ der e-Requirements Negotiation mit dem Terminus der e-Collaboration (fett dargestellt).<sup>13</sup>

Die folgenden Ausführungen ziehen das Matching von e-Collaboration und e-Requirements Negotiation heran, um Ansätze der Umsetzung der Toolunterstützung zunächst vorzustellen.

<sup>12</sup> Siehe auch [11].

<sup>13</sup> Siehe zu diesem Zusammenhang auch [6], [9], [10], [11].



## 4 Toolgestützte E-Requirements Negotiations

In einem Szenario der verteilten Softwareentwicklung (vgl. Kap. 2) bedarf es neben der Zusammenarbeit der agierenden Teams entlang der drei Dimensionen des 3C Modells (etwa mittels e-Mails, Videokonferenzen, Workflowunterstützung u.ä.) auch Tools, die die verteilte Zusammenarbeit gemäß des e-Collaboration abdecken, also eine hohe Interaktivität bei gleichzeitig hohem Geschäftsprozessabdeckungsgrad unterstützen. Einige Autoren identifizieren Kollaboration und Kommunikation als relevante Problembereiche bei der verteilten Softwareentwicklung [37], andere identifizieren insbesondere die Notwendigkeit der Kommunikationsunterstützung in verteilten Softwareentwicklungsteams im RE-Kontext [7], [6], sowie die Notwendigkeit des Dokumentenmanagements [7], [36]. Angepasst auf Verhandlungen von Anforderungen (im RE-Kontext sowie verteilter Softwareentwicklung) tritt der Aspekt der Notwendigkeit der Entscheidungsunterstützung (Decision Support) noch hinzu [19], [31].

Diese Anforderungen weisen viele Parallelen zur aktuellen Entwicklung der elektronischen Verhandlungsforschung auf. Während die ersten elektronischen Verhandlungsunterstützungssysteme Mitte der 80er Jahre stark auf quantitativen Sichtweisen und Ansätzen der Entscheidungstheorie basierten,<sup>14</sup> verfolgen neuere Systeme überwiegend einen integrativen Ansatz, wobei insbesondere die Kommunikationsunterstützung und das Dokumentenmanagement an Bedeutung gewonnen haben.<sup>15</sup> Es ist daher naheliegend, diese Erkenntnisse auf das RE im Sinne eines integrativen Requirements Negotiation-Ansatzes zu übertragen.

### 4.1 Existierende Ansätze des Tool-Supports für elektronische Verhandlungen

Ansätze und Tools für die Unterstützung elektronischer Verhandlungen<sup>16</sup> sind auf den Betrachtungsgegenstand der Anforderungsverhandlungen bisher unzureichend adaptiert [11]: Tools, die originär die Ermittlung von Anforderungen unterstützen (z. B. EasyQFD [14]) weisen kaum Verbindung zu weiteren Requirements Engineering Aktivitäten auf; oder es existieren RE-Tools die nicht den (kollaborativen) Verhandlungsaspekt unterstützen [6] oder auf Konzeptstudien basieren, die nie eine Marktreife erreicht haben [6], [27].

Wie bisherige Ausführungen gezeigt haben, existiert ein zunehmender Bedarf an e-Collaboration und e-Requirements Negotiation Tools. Deshalb wird im Folgenden der Ansatz eines Requirement NSS vorgestellt, wie es ein zukünftiges Bindeglied zwischen Kollaborationssoftware, Requirements Engineering Software sowie Software zur Verhandlungsunterstützung darstellen kann.

### 4.2 Anforderungen an ein Requirements Negotiation Support System

Eine elektronische Verhandlung nutzt das Potenzial von Informations- und Kommunikationstheorie aus und bietet damit echten Mehrwert. Sie wird wie folgt definiert: „(...) if it is restricted by at least one rule that affects the decision-making or communication process, if this rule is enforced by the electronic medium supporting the negotiation, and if this support covers the execution of at least one decision-making or communication task“ [33]. Diese Definition hebt zum einen die für das RE wichtige Kommunikationsunterstützung von elektronischen Verhandlungsunterstützungssystemen hervor und grenzt sie von der Zuhilfenahme von passiven Systemen, wie e-Mail-Kommunikation ab. Zum anderen verfolgt diese Definition eine integrative Sichtweise verschiedener Unterstützungssysteme. Des Weiteren werden durch das elektronische

<sup>14</sup> Übersicht in [3].

<sup>15</sup> Wichtige Vertreter sind u.a. [18], [31] und [39].

<sup>16</sup> Z. B. Aspire, EasyWinWin, SmartSettle u.v.a.m. [11], [6].

Medium Regeln festgelegt, wie der Entscheidungs- und Kommunikationsprozess konkret abzuflaufen hat. Gemäß der in Kapitel 3 formulierten Aktivitäten des RE sind dies

- die Auswahl eines geeigneten Verhandlungstyps, sowie -protokolls. Im Falle eines RE-Prozess handelt es sich dabei um multiattributive Verhandlungen, die sowohl bilateral, multi-bilateral und multilateral Protokolle abbilden.
- die Möglichkeit einer räumlichen und zeitlich versetzten Arbeitsweise, wobei diese asymmetrische Sicht grundsätzlich in allen Unterstützungssystemen zur Verfügung stehen sollte.
- Vergabe von Verhandlungspräferenzen, die durch Abbildung der relativen Bedeutung der Verhandlungsgegenstände im Tool fallspezifisch abgebildet werden.<sup>17</sup> Verhandlungsgegenstände können somit auch funktionale, nicht-funktionale Anforderungen sowie Randbedingungen einer zu entwickelnden Software darstellen.

Die Übertragbarkeit RE-Aktivitäten auf e-Requirements Negotiations wird dabei durch den triangularen Ansatz der Kombination von Kommunikationsunterstützung, Entscheidungsunterstützung sowie Dokumentenmanagement ermöglicht.

### **Entscheidungsunterstützung**

Die Entscheidungsunterstützung bietet eine durchgängige Unterstützung für den kompletten Verhandlungsprozess, welche hauptsächlich auf den Ansätzen der multiattributiven Nutzentheorie basiert. In der Verhandlungsphase handelt es sich hierbei um einen zweigeteilten Prozess, bei dem zunächst eine individuelle Erhebung der Präferenzen zur automatischen Erstellung einer spezifischen Nutzenfunktion für die zu erreichenden Ziele (direkte Priorisierung) erfolgt. Anschließend werden den Teilnehmern für den eigentlichen Verhandlungsprozess verschiedene analytische Werkzeuge zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich zum einen um asymmetrische Analysewerkzeuge für die individuelle Nutzenoptimierung, sowie symmetrische Analysewerkzeuge, die unter Zuhilfenahme der Nutzenfunktionen aller beteiligten Akteure eine gemeinsame Nutzenmaximierung (Joint Utility) nahe der Paretogrenze anstreben [28].

### **Kommunikationsunterstützung**

Dem Szenario der verteilten Softwareentwicklung geschuldet handelt es sich bei der Kommunikationsunterstützung in elektronischen Verhandlungen um einen schriftlichen, (a)synchronen Informationsaustausch. Die hohe Komplexität der RE-Aufgabe gemäß Media Richness-Theorie stellt allerdings einen bloßen Nachrichtenaustausch analog zum e-Mail-Verkehr in Frage.<sup>18</sup> Aus semiotischer Sicht erscheint es sinnvoll, neben der Syntaktik auch die Ebenen der Semantik und Pragmatik für den Requirements Negotiation-Prozess zu berücksichtigen. Auf semantischer Ebene lässt sich daher zusätzlich die Bedeutung einzelner Anforderungen in einer Ontologie als formales Modell der Requirements Negotiation spezifizieren und somit ein gemeinsames Verständnis seitens aller Akteure sicherstellen. Auf pragmatischer Ebene lassen sich zusätzlich Nachrichtentypen explizit spezifizieren, was eine Unterscheidung zwischen formeller (Angebote, Gegenangebote, Akzeptanz und Ablehnung) und informeller Kommunikation (Fragen und Klärungsbedarf) im RE-Kontext ermöglicht [31]. Somit stellt die Kommunikationsunterstützung im Requirements Negotiation im Gegensatz zur e-Mail-Kommunikation eine aktive Unterstützungskomponente dar.

<sup>17</sup> Dabei können Präferenzen sowohl numerisch (auf individuell konfigurierbaren Skalen) als auch prozentual je Anforderung abgebildet und anhand einer individuellen Präferenzfunktion visualisiert werden.

<sup>18</sup> Siehe zu der Media Richness Theory [31].

## Dokumentenmanagement

Vorrangiges Ziel des Dokumentenmanagement ist es, Ergebnisse jedes Verhandlungsschrittes sowie Endergebnisse strukturiert abrufbar zu machen. Neben der reinen (passiven) Bereitstellung von relevanten Dokumenten wird auch der Anforderung des RE-Prozesses hinsichtlich einer inkrementellen Unterstützung Rechnung getragen. Die semantische Annotation von vertragsrelevanten Inhalten ermöglicht die semi-automatische Generierung eines Vertragsentwurfs bzw. Pflichtenhefts.

Darüber hinaus erleichtert die Spezifizierung eines formalen semantischen Modells auch das (Wieder-)Auffinden relevanter Informationen bezüglich einzelner zu verhandelnden Anforderungen mittels Inferenzprozessen. Mithilfe einer gemeinsamen Domänenontologie lassen sich somit auch andere relevante Unternehmensinformationen leichter auffinden. Darüber hinaus kann die Verfolgung von Anforderungsänderungen im Sinne des Change Managements mit abgebildet werden (Traceability).

## 5 Fazit und Diskussion

Vor dem Hintergrund fortschreitender Globalisierung und verteilter Softwareentwicklung gewinnt e-Collaboration weiterhin an Bedeutung hinzu. Anhand der 4C-Klassifikation können Aktivitäten des Requirements Engineering in den Kontext von e-Business eingeordnet werden. Ferner können diese Aktivitäten mit Communication, Coordination, Cooperation und Collaboration in Einklang gebracht werden. Durch Fokus auf e-Requirements Negotiations, als eine Aktivität des Requirements Engineering, wurde die Basis gelegt, um Tools für die elektronische Anforderungsverhandlungen vorzustellen.

Anhand von NSS, wurden Tools hinsichtlich der Adaptivität auf den Kontext der Anforderungsverhandlung betrachtet. Insbesondere die Kernfunktionalitäten Entscheidungsunterstützung, Kommunikationsunterstützung und Dokumentenmanagement sind für die Anforderungsverhandlungen notwendig.

Um zukünftig Forschungsprototypen in einem Szenario der verteilten Softwareentwicklung für die elektronische Verhandlung von Anforderungen nutzen zu können, bedarf es einer Weiterentwicklung. So müssen u. a. Präferenzmodelle der Verhandelnden auf den Betrachtungsgegenstand angepasst und Modellierungssprachen berücksichtigt werden. Ferner besteht die Vision, aus NSS verbindliche Vertragsbestandteile für die Zusammenarbeit von Auftraggeber und -nehmer im Sinne eines Pflichtenhefts im Kontext der verteilten Softwareentwicklung zu generieren: verhandelt werden nicht ausschließlich Anforderungen an eine zu entwickelnde Software, sondern vorgelagerte Aktivitäten im Requirements Engineering. Betrachtungsgegenstand zwischen Auftraggeber und -nehmer können Vertragsbestandteile wie zeitliche Vorgaben und Meilensteine, Konventionalstrafen, Grad der Entwicklungsdokumentation des Informationssystems oder Konditionen der Systemwartung im Anschluss an die Systementwicklung als Inhalte eines Pflichtenhefts sein. Schließlich ist die Abbildung von Agendaverhandlungen relevant, also Verhandlungen über die Verhandlungsagenda (Meta-Verhandlung) als struktureller Bestandteil einer Verhandlung: im Rahmen der Verhandlungsvorbereitung wird bspw. festgelegt welche Inhalte verhandelt (z. B. Anforderungen mit höchster Priorität), oder nicht verhandelt werden (z. B. Anforderungen mit niedrigster Priorität). Kritisch dabei ist, dass Agendabestandteile sich während Verhandlungen verändern können und somit ein variierter Verhandlungsprozess im Rahmen des Decision Supports (vgl. Kap. 4.2.1) abgebildet werden muss (s. a. [31]).

## 6 Literatur

- [1] Back, A; Seufert, A (2000): Computer Supported Cooperative Work (CSCW) – State of the Art und zukünftige Herausforderungen. HMD: Praxis der Wirtschaftsinformatik 213(37):5-22.
- [2] Bächle, M; Lehmann, FR (2010): E-Business – Grundlagen elektronischer Geschäftsprozess im Web 2.0. Oldenbourg, München.
- [3] Bichler, M; Kersten, G; Strecker, S (2003): Towards a Structured Design of Electronic Negotiations. Group Decision and Negotiation 12(4):311-335.
- [4] Boehm, B; Ross, R (1989): Theory-W Software Project Management: Principles and Examples. IEEE Transactions on Software Engineering 15(7):902-916.
- [5] Buxmann, P; Diefenbach, H; Hess, T (2008): Die Softwareindustrie – Ökonomische Prinzipien, Strategien, Perspektiven. Springer, Berlin.
- [6] Geisser, M; Heinzl, A; Hildenbrand, T; Rothlauf, F (2007): Verteiltes, internetbasiertes Requirements-Engineering. WIRTSCHAFTSINFORMATIK (49)2007:199-207.
- [7] Geisser, M; Herrmann, A; Hildenbrand, T; Illes-Seifert, T (2007): Verteilte Softwareentwicklung und Requirements-Engineering: Ergebnisse einer Online-Umfrage. OBJEKTspektrum (6)2007:40-51.
- [8] Gross, T; Koch, M (2007): Computer-Supported Cooperative Work. In: Herczek, M (Hrsg.), *Interaktive Medien*. Oldenbourg, München.
- [9] Grünbacher, P (2000): Collaborative Requirements Negotiation with EasyWinWin. In: Tjoa, AM; Wagner, RR; Al-Zobaidie, A (Hrsg.), *Proceedings of 11th International Workshop on Database and Expert System Applications*. IEEE Computer Society, Washington.
- [10] Grünbacher, P; Braunsberger, P (2003): Tool support for distributed requirements negotiation. In: Cimitile, A; De Lucia, A; Gall, H (Hrsg.), *Cooperative methods and tools for distributed software processes*. Franco Angeli, Milano.
- [11] Grünbacher, P; Seyff, N (2005): Requirements Negotiation. In: Aurum, A; Wohlin, C (Hrsg.), *Engineering and managing software requirements*. Springer, Heidelberg.
- [12] Hellingrath, B; Laakmann, F; Nayabi, K (2004): Supply Chain Management: Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen. In: Beckmann, H (Hrsg.), *Auswahl und Einführung von SCM-Systemen*. Springer, Berlin.
- [13] Herzwurm, G; Schockert, S (2005): Internet-Auftritte von Unternehmen. In: Das Wirtschaftsstudium (6)05:761-764.
- [14] Herzwurm, G; Reiß, S; Schockert, S (2003): The support of Quality Function Development by the customer orientated evaluation of software tools. In: *Proceedings of the 9th International Symposium on QFD*. Florida.
- [15] Höller, J; Pils, M; Zlabinger, R (2004): Internet und Intranet – Herausforderung E-Business. 3. Auflage. Springer, Berlin.
- [16] Hull, E; Jackson, K; Dick, J (2005): Requirements Engineering. Springer, London.
- [17] Johansen, R (1988): GroupWare - Computer Support for Business Teams. The Free Press, New York.

- [18] Kersten, GE.; Noronha, SJ (1999): WWW-based negotiation support: design, implementation, and use. In: *Decision Support Systems* (25)1999:135-154.
- [19] Kersten, GE (2003): The Science and Engineering of E-Negotiation: An Introduction. In: *Proceedings of the 36<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii.
- [20] Kofler, A; Ottmayer, S (2003): Old und New Economy – Kulturdifferenzen und Konsequenzen für die Beratung. In: Lobnig, H; Schwendenwein, J; Zvacek, L (Hrsg.), *Beratung in der Veränderung – Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Gabler, Wiesbaden.
- [21] Kollmann, T (2011): E-Business – Grundlagen elektronischer Geschäftsprozesse in der Net Economy. 4. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [22] Patig, S; Dibbern, J (2011): Requirements Engineering. In: Kurbel, K; Becker, J; Gronau, N; Sinz, E; Suhl, L (Hrsg), *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. <http://www.oldenbourg.de:8080/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Systementwicklung/Hauptaktivitaeten-der-Systementwicklung/Problemanalyse-/Requirements-Engineering/index.html/?searchterm=None>. Abgerufen am 24.06.2011.
- [23] Pohl, K; Rupp, C (2010): Basiswissen Requirements Engineering. 2. Auflage. dpunkt, Heidelberg.
- [24] Pohl, K (2010): Requirements Engineering. Springer, Berlin.
- [25] Pohl, K (2008): Requirements Engineering. 2. Auflage. dpunkt, Heidelberg.
- [26] Raiffa, H; Richardson, J; Metcalfe, D (2002): Negotiation Analysis – The Science and Art of Collaborative Decision Making. Belknap, Cambridge MA.
- [27] Ramires, J; Antunes, P; Respício, A (2005): Software Requirements Negotiation Using the Software Quality Function Deployment. In: Fuks, H; Lukosch, S; Salgado, A (Hrsg.), *Groupware: Design, Implementation, and Use*. Lecture Notes in Computer Science 3706:308-324.
- [28] Reiser, A; Schoop, M (2010): The use of dynamic preference elicitation for negotiations with incomplete or missing information. Vortrag, Group Decision & Negotiation 2010, Delft.
- [29] Repenning, J (2007): Weltweit verteilte Softwareentwicklung ist heute Alltag. In: *OBJEKTspektrum* (4)2007:44-45.
- [30] Schoop, M (2004): The Worlds of Negotiation. In: Aakhus, M; Lind, M (Hrsg), *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Working Conference on Language Action Perspective on Communication Modelling*. New Jersey.
- [31] Schoop, M (2010): Support of Complex Electronic Negotiations. In: Kilgour, DM; Eden, C (Hrsg.), *Handbook of Group Decision and Negotiation*. Springer, Dordrecht.
- [32] Staudt, E (2001): Die mobile Gesellschaft. In: Buhl, HU; Huther, A; Reitwiesner, B (Hrsg.), *Information Age Economy – 5. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*. Physica, Heidelberg.
- [33] Ströbel, M; Weinhardt, C (2003): The Montreal Taxonomy for Electronic Negotiations. *Group Decision and Negotiation* 12(2):143-164.
- [34] Thome, R; Schinzer, H; Hepp, M (2005): Electronic Commerce und Electronic Business – Mehrwert durch Integration und Automation. 3. Auflage. Vahlen, München.

- [35] Trittman, R; Herzwurm, G; Avci, O (2003): Ziele und Typen von Internet-Anwendungen. In: Avci, O; Trittman; R; Mellis, W (Hrsg), Web-Programmierung. Vieweg, Wiesbaden.
- [36] Versteegen, G; Mühlbauer, S; Kress, A (2005): Verteilte Softwareentwicklung erfordert Tools für die Zusammenarbeit. <http://www.computerwoche.de/software/office-collaboration/577766/index.html>. Abgerufen am 29.07.2011.
- [37] Weber, A; Iwing, M; Will, A (2006): Offshoring: Herausforderungen für das Management international verteilter Software-Entwicklungsprojekte. In: Lehner, F; Nösekabel, H; Kleinschmidt, P (Hrsg.), Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Passau.
- [38] Wirtz, BW (2010): Electronic Business. 3. Auflage. Gabler, Wiesbaden.
- [39] Yuan, Y; Head, M; Du, M (2003): The effects of multimedia communication on web-based negotiation. In: Group Decision and Negotiation, 12(2):89-109.

# **Konzept eines Präferenzmodells basierend auf der GRIP Methodologie im Kontext elektronischer Verhandlungen**

**Robert Elsler**

Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70593 Stuttgart,  
E-Mail: robert.elsler@wi1.uni-hohenheim.de

**Mareike Schoop**

Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, 70593 Stuttgart,  
E-Mail: schoop@uni-hohenheim.de

## **Abstract**

Im Bereich der elektronischen Verhandlungsunterstützung (NSS) basieren moderne Systeme auf drei Komponenten, die dem Benutzer in unterschiedlicher Art und Weise Unterstützung bieten: bezüglich der Entscheidungen, der Kommunikation sowie der Dokumenten. In dieser Arbeit wird der Fokus auf die Entscheidungsunterstützung gelegt. Auf Basis der GRIP Methode soll die bisherigen Ansätze von Negoisst, einem NSS, verbessert und erweitert werden. Ziel ist, dass die Präferenzen nicht mehr nur linear, sondern nichtlinear erfasst werden können und paarweise Interaktionen zwischen den Attributen berücksichtigt werden können. Dabei soll der Präferenzenerhebung an sich nicht in der Effizienz leiden, sondern vielmehr durch einen adaptiven Prozess den Entscheidungsträger an seine Präferenzen heranführen.

## **1 Einleitung und aktueller Stand der Forschung**

Rationale Entscheidungen über multikriterielle Sachverhalte sind im ökonomischen Kontext allgegenwärtig. Sie fangen im Bereich der Beschaffung an, bei der mit Lieferanten verhandelt werden muss, und durchziehen die Abteilung von Unternehmen bis hin zur Distribution. Ein wichtiger Prozess, der solche Entscheidungen beinhaltet, sind Verhandlungen. Gerade bei betrieblichen Verhandlungen ist es wichtig, den Überblick über den Einfluss der unterschiedlichen Kriterien auf das zu erwartende Ergebnis effizient im Blick behalten zu können. Die Nutzung von elektronischen Medien hat sich bereits als adäquates Medium zur Kommunikation in Verhandlungen etabliert [16]. Dabei wird jedoch zumeist nur das Medium ersetzt, ohne dass die damit einhergehenden Potenziale in der Unterstützung der Verhandlungspartner erschlossen werden.

Als elektronische Verhandlung wird im Weiteren verstanden, dass die Verhandlung nicht einfach unter Zuhilfenahme eines elektronischen Mediums durchgeführt wird, sondern dass der Kommunikationsprozess oder der Entscheidungsprozess durch ein elektronisches System beeinflusst wird [20]. Gerade bei der elektronischen Durchführung gibt es vielfältige Möglichkeiten, den Verhandlungsprozess effizient zu unterstützen und somit den Prozess effektiver zu gestalten. Ein Beispiel für ein elektronisches Verhandlungsunterstützungssystem ist Negoisst [8], welches den Verhandlungspartnern Kommunikations-, Entscheidungs- und Dokumentenunterstützung bietet und damit die Verbindung der drei modernen Ansätze im Bereich der Verhandlungsunterstützung darstellt [15]. Bereits durch eine Vielzahl empirischer Experimente ist die Validität des positiven Effektes der Unterstützungskomponenten verifiziert worden ([16], [17]).

Neben Negoisst gibt es weitere elektronische Verhandlungsunterstützungssysteme wie INSPIRE [8] oder SMARTSETTLE [21]. In diesen Verhandlungsunterstützungssystemen basiert die Entscheidungsunterstützungskomponente auf der „Multiattribute Utility Theory“ (MAUT) [7]. In SMARTSETTLE, welches auf ICANS [22] basiert, werden bereits teilweise lineare Grenznutzenfunktionen verwendet. Allerdings findet man keinerlei Ergebnisse zu einer vergleichenden Fragestellung zwischen der reinen Verwendung von linearen Grenznutzenfunktionen und der Verwendung von teilweise linearen Grenznutzenfunktionen. Das bedeutet, dass gerade in diesem Bereich durch eine Verwendung von modernen Methoden aus der Entscheidungsunterstützung ein deutlicher Mehrwert gewonnen werden kann.

Die restliche Arbeit gliedert sich in vier Abschnitte, bei denen zunächst die Problemstellung in Kapitel 2 präzisiert wird. In Kapitel 3 werden die Grundlagen der GRIP-Methodologie vorgestellt, die als Basis für das Präferenzmodell dienen. Kapitel 4 beschreibt, wie der Präferenzerhebungsprozess in einem elektronischen Verhandlungsunterstützungssystem implementiert werden könnte, und in Kapitel 5 wird der Beitrag mit dem Ausblick sowie der zukünftigen Planung des Projektes abgeschlossen.

## 2 Motivation und Problemstellung

Verhandlungsunterstützungssysteme waren in ihrer ursprünglichen Form Entscheidungsunterstützungssysteme (z.B. [6]), und die Entscheidungsunterstützung ist bis heute zentrales Element der Verhandlungsunterstützung [1]. Zumeist basiert die Präferenzdarstellung in den aktuell vorhandenen Verhandlungsunterstützungssystemen auf einem linear-additiven Nutzenmodell, wie in Keeney und Raiffa [7] ausgeführt. Dies ist jedoch mit erheblichen Einschränkungen bezüglich der Verwendbarkeit verbunden. Zur Verwendung einer multiattributiven additiven Nutzenfunktion müssen die einzelnen Attribute das Konzept der präferenziellen Unabhängigkeit einhalten.

Gerade an diesem Punkt setzt die vorliegende Arbeit an. Das Ziel ist die Erweiterung der Entscheidungsunterstützungskomponente. Dabei sollen die Restriktionen, die sich aus der Verwendung der additiven Nutzentheorie ergeben, aufgehoben werden, so dass zum einen die Grenznutzenfunktionen auch nichtlinear repräsentiert werden können und zum anderen Interaktionen zwischen den Attributen mit berücksichtigt werden können. Da aktuell die Verhandlungsunterstützungssysteme entweder reine oder teilweise lineare Darstellungen verwenden, ist dies ein Aspekt, aus dem sich eine erhöhte Validität des Präferenzmodells



ergeben kann. Interaktionen zwischen den Attributen können bisher von keinem Verhandlungsunterstützungssystem berücksichtigt werden, was eine erhebliche Einschränkung darstellt, da strenggenommen die additiven Nutzenfunktionen nur dann verwendet werden können, wenn die präferenzuelle Unabhängigkeit zwischen den Attributen herrscht. Da diese Annahme im Anwendungsfall häufig verletzt wird, ist es wünschenswert, eine Entscheidungsunterstützungskomponente zu verwenden, die diese Form der Zusammenhänge umsetzt.

Eine weitere Problematik ergibt sich, da die Verhandlungspartner sich ihrer Präferenzen im Allgemeinen nicht direkt bewusst sind und diese selten genau quantifizieren können. Für diesen Fall gibt es vielfältige Möglichkeiten der indirekten Präferenzmessung, wie bspw. die Conjoint-Analyse (CA)[11], [4] oder der „AnalyticHierarchyProcess“ (AHP)[13]. Da diese Verfahren allerdings zu linearen Nutzenfunktionen führen, können aus diesen Bereichen nur Methoden der Präferenzenerhebung übernommen werden, um die Informationen von den Verhandlungspartnern abzufragen. Die Verhandlungspartner sollten mittels eines adaptiven Prozesses die Möglichkeit erhalten, jeweils soweit detaillierte Präferenzangaben zu machen, wie dies ihnen zu den jeweiligen Attributen möglich ist. Das resultiert in einem adaptiven Prozess, der nicht nur eine Ordnung sondern auch die Granularität der Präferenzen auf unterschiedlichen Ebenen zulassen muss. Mit steigendem Detailgrad steigt auch die Aussagekraft des erstellten und berechneten Präferenzmodells.

Zusammenfassend lässt sich die Problemstellung wie folgt darstellen. Interaktionen sowie nichtlineare Verläufe der Nutzenfunktion werden durch existierende Implementierungen in elektronischen Verhandlungsunterstützungssystemen nicht unterstützt. Dadurch ergeben sich Abweichungen des Präferenzmodells von den tatsächlichen Präferenzen der Verhandlungspartner, und die Aussagekraft der Auswertung der Alternativen auf Basis dieses Präferenzmodells sinkt.

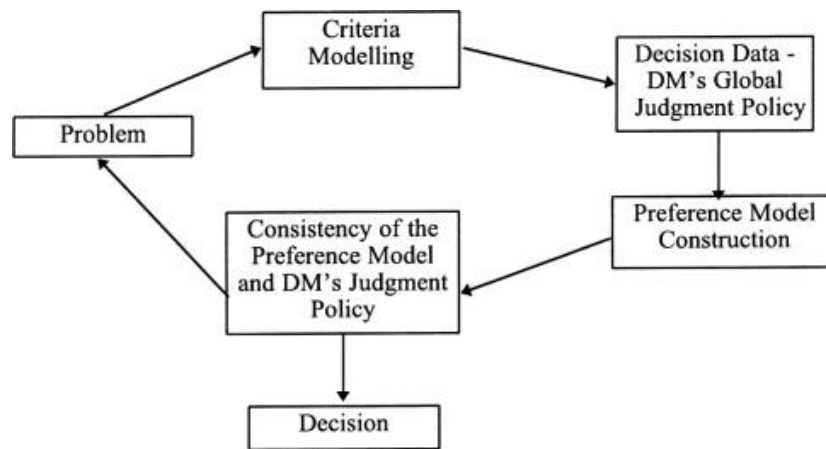
### 3 Grundlagen des Präferenzmodells – GRIP Methodologie

Nachdem nun die Problemstellung auf gezeigt wurde, wird in diesem Kapitel eine Familie von Methoden vorgestellt, die als Lösungsansatz dient. Dabei wird kurz auf die Historie der GRIP Methode eingegangen. Abschließend wird eine Modifikation vorgeschlagen, die es erlaubt auch Interaktionen zu berücksichtigen.

Auf Basis der *Utilités Additives* (UTA) [5] und der Erweiterung,  $UTA^{GMS}$  von Greco et al. [3] wurde die „General Regression with Intensities of Preferences“ (GRIP) als eine zusätzliche Ergänzung dieser Methoden entwickelt [1]. Diese Methoden stellen eine Alternative zu Methoden basierend auf der MAUT dar, indem sie dem Disaggregations-Aggregations-Paradigma folgen [18]. Das bedeutet, dass zunächst die Informationen vom Entscheidungsträger auf eine Teilmenge der Referenzaktionen eingeholt werden und aus diesen dann ein Präferenzmodell entwickelt wird, welches auf die Grundgesamtheit der Alternativen angewendet wird. Die Robustheit der Lösung ist dabei sichergestellt, da eine Sensitivitätsanalyse inhärent ist.

In Bild 1 ist die abstrakte Vorgehensweise im Disaggregations-Aggregations-Paradigma abgebildet. Dabei handelt es sich um einen iterativen interaktiven Prozess. Mit jeder weiteren Iteration werden die Informationen zu den Präferenzen genauer, und das Präferenzmodell wird konsistenter. Das Ziel dieses Ansatzes ist, das Verhalten und den kognitiven Stil der

Entscheidungsträger zu berücksichtigen [19]. Damit sollen die Entscheidungsträger auch gleichzeitig ein besseres Problemverständnis sowie eine klarere Vorstellung über ihre eigenen Präferenzen erhalten.



**Bild 1: Disaggregations-Aggregations-Paradigma [19]**

Es folgen eine Zusammenfassung der UTA Methode, der davon abgeleiteten UTA<sup>GMS</sup> Methode, sowie die weiteren Erweiterungen, die letztendlich die GRIP Methodologie ausmachen.

### 3.1 UTA Methode

Grundsätzlich wird bei der UTA Methode, wie von Jacquet-Lagrèze und Siskos [5] beschrieben, eine oder mehrere passende additive Wertfunktionen aus den Rangordnungsinformationen über der Referenzmenge der Aktionen abgeleitet. Mittels linearer Programmierung soll sichergestellt werden, dass die abgeleiteten Wertfunktionen konsistent mit den Angaben aus der Rangordnung sind.

Ausgegangen wird von einem multikriteriellen Entscheidungsproblem bei dem eine endliche Menge an Aktionen  $A = \{x, y, \dots, w, \dots, z\}$  durch  $n$  Kriterien  $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  evaluiert wird.  $I = \{1, \dots, n\}$  ist die Menge der Indizes der Kriterien. Dabei wird die Evaluation der Aktion  $x \in A$  auf jedem Kriterium  $g_i \in F$ , also  $g_i(x)$  im nachfolgenden durch  $x_i$  dargestellt. Der Entscheidungsträger gibt eine vollständige Ordnung  $\succsim$  auf der Menge der Referenzaktionen  $A^R \subseteq A$  an. Damit lässt sich die additive Wertfunktion, die als Aggregationsmodell dient wie folgt darstellen:

$$U(x) = \sum_{i \in I} u_i(x_i) \quad (1)$$

Im Falle der UTA Methode wird von teilweise linearen Grenzwertfunktionen  $u_i$  ausgegangen, deren Wertbereich  $[\alpha_i, \beta_i]$  in  $\gamma_i \geq 1$  gleichgroße Intervalle eingeteilt ist. Der Randwert der Aktion  $x \in A$  wird durch lineare Interpolation bestimmt. Um zu überprüfen, ob eine Wertfunktion existiert, welche die Rangordnung des Benutzers beschreibt, wird folgendes lineares Programm gelöst:

$$\text{Min} F = \sum_{a \in A^R} (\sigma^+(a) + \sigma^-(a)) \quad (2)$$

unter den Nebenbedingungen:

$$U(a) + \sigma^+(a) - \sigma^-(a) \geq U(b) + \sigma^+(b) - \sigma^-(b) + \varepsilon \Leftrightarrow a \succ b \forall a, b \in A^R, \quad (3)$$

$$U(a) + \sigma^+(a) - \sigma^-(a) = U(b) + \sigma^+(b) - \sigma^-(b) \Leftrightarrow a \sim b \forall a, b \in A^R, \quad (4)$$

$$u_i(x_i^{j+1}) - u_i(x_i^j) \geq 0, i = 1, \dots, n, j = 0, \dots, \gamma_i - 1, \quad (5)$$

$$u_i(\alpha_i) = 0, i = 1, \dots, n, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(\beta_i) = 1, \quad (7)$$

$$\sigma^+(a), \sigma^-(a) \geq 0, \forall a \in A^R. \quad (8)$$

Dabei sind  $\sigma^+, \sigma^-$  der Überschätzungs-, bzw. Unterschätzungsfehlerfunktionen und dienen als Hilfsvariablen.  $\varepsilon$  nimmt einen kleinen positiven Wert an um sicherzustellen, dass die erste Nebenbedingung von Gleichung (2) zutrifft. In diesem Programm sind die Grenzwertfunktionen  $u_i(x_i^j), i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, \gamma_i$  unbekannt.

Ist die optimale Lösung des Programms in Gleichung (2) beschrieben  $F^* = 0$ , so gibt es mindestens eine Wertfunktion, die die Nebenbedingungen erfüllt. Ist dagegen die Lösung  $F^* > 0$ , gibt es keine passende Wertfunktion.

### 3.2 UTA<sup>GMS</sup> Methode

Die UTA<sup>GMS</sup> Methode [3] stellt eine Erweiterung der UTA Methode dar, welche sich besonders durch die Berücksichtigung aller kompatiblen additiven Wertfunktionen auszeichnet, welche bei der ursprünglichen UTA Methode auf eine Teilmenge der kompatiblen Wertfunktionen begrenzt war. Dies kommt dadurch zustande, dass sämtliche nicht abnehmenden Grenzwertfunktionen berücksichtigt werden und nicht nur die teilweise linearen Grenzwertfunktionen.

Die Informationen, die vom Entscheidungsträger bei UTA<sup>GMS</sup> benötigt werden, stellen eine teilweise Ordnung der Referenzaktionen  $A^R \subseteq A$  dar. Daraus werden zwei Rangordnungen abgeleitet, die notwendige und die mögliche Rangordnung. Die notwendige Rangordnung beschreibt die Tatsache, dass alle kompatiblen Wertfunktionen  $x$  mindestens so gut wie  $y$  einordnen, genau dann wenn  $U(x) \geq U(y)$ , die mögliche Rangordnung besagt, dass  $x$  von mindestens einer kompatiblen Wertfunktion genauso gut eingeordnet wird wie  $y$ , genau dann wenn  $U(x) \geq U(y)$ . Mit dieser Unterscheidung ist es möglich, zwischen sicheren und möglichen Präferenzen des Entscheidungsträgers zu unterscheiden und eine größere Menge an möglichen kompatiblen Wertfunktionen zu berücksichtigen.

Zu den weiteren zentralen Eigenschaften der UTA<sup>GMS</sup> zählt, dass es möglich ist, Inkonsistenzen beim paarweisen Vergleich zu entdecken und diese daraufhin zu beheben.

Die kompatiblen additiven Wertfunktionen erfüllen die folgenden Nebenbedingungen:

$$U(a) > U(b) \Leftrightarrow a \succ b \forall a, b \in A^R \quad (9)$$

$$U(a) = U(b) \Leftrightarrow a \sim b \forall a, b \in A^R \quad (10)$$

$$u_i(g_i(a_{\tau_i(j)})) - u_i(g_i(a_{\tau_i(j-1)})) \geq 0, i = 1, \dots, n, j = 2, \dots, m \quad (11)$$

$$u_i(g_i(a_{\tau_i(1)})) \geq 0, u_i(g_i(a_{\tau_i(m)})) \leq u_i(\beta_i), i = 1, \dots, n \quad (12)$$

$$u_i(\alpha_i) = 0, i = 1, \dots, n \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(\beta_i) = 1 \quad (14)$$

Dabei stellt  $\tau_i$  die Permutation der Indizes von  $A^R$  dar, durch die die Aktionen mit steigendem Evaluationswert anhand des Kriterium  $g_i$  geordnet werden. D.h.  $g_i(a_{\tau_i(1)}) \leq g_i(a_{\tau_i(2)}) \leq \dots \leq g_i(a_{\tau_i(m)})$ . Damit wird die lineare Interpolation nicht benötigt um den Grenzwert einer Referenzaktion zu bestimmen.

### 3.3 GRIP Methode

Grundsätzlich generalisiert die GRIP Methode die UTA und die UTA<sup>GMS</sup> Methoden. Dies wird durch die Verwendung der UTA<sup>GMS</sup> Eigenschaften unter der Einbeziehung der Intensität der Präferenzen zwischen einem Paar von Referenzaktionen umgesetzt. Dabei wird von Figueira et al.[2] zwischen zwei Möglichkeiten unterschieden, diese Intensität anzugeben. Für die Aktionen  $x, y, w, z \in A$  gibt es folgende Vergleiche:

- Vollständig in Bezug auf alle Kriterien:  $x$  wird gegenüber  $y$  genauso bevorzugt wie  $w$  gegenüber  $z$
- Teilweise in Bezug auf ein Kriterium:  $x$  wird in dem Kriterium  $g_i \in F$  gegenüber  $y$  genauso bevorzugt wie  $w$  gegenüber  $z$  in dem Kriterium  $g_i$

Das bedeutet, dass die Informationen, die vom Entscheidungsträger (ET) eingeholt werden müssen, diesbezüglich umfangreicher ausfallen als beispielsweise bei der UTA<sup>GMS</sup> Methode. Dagegen müssen zur Verwendung der GRIP Methode nicht sämtliche Aktionen über alle Kriterien verglichen werden. Der ET führt nur die Vergleiche auf den Kriterien aus, die er/sie auch ausreichend bewerten kann. Dieser Punkt ist ein bedeutender Vorteil, da damit die ET nicht gezwungen werden unbegründete Annahmen über Tatsachen zu treffen, sondern das sich im Gegenteil das Präferenzmodell an die Informationsfülle anpasst, die der/die ET zur Verfügung stellen kann.

Deshalb werden bei der GRIP Methode folgende Informationen im Vorfeld vom Entscheidungsträger benötigt.

- Eine partielle Quasiordnung  $\succeq$  über  $A^R$ :  $x \succeq y \Leftrightarrow x$  ist mindestens genauso gut wie  $y$  für  $x, y \in A^R$
- Eine partielle Quasiordnung  $\succeq^*$  über  $A^R \times A^R$ :  $(x, y) \succeq^* (w, z) \Leftrightarrow x$  wird gegenüber  $y$  mindestens genauso bevorzugt wie  $w$  gegenüber  $z$  für  $x, y, w, z \in A^R$
- Eine partielle Quasiordnung  $\succeq_i^*$  über  $A^R \times A^R$ :  $(x, y) \succeq_i^* (w, z) \Leftrightarrow x$  wird gegenüber  $y$  in dem Kriterium  $g_i \in F, i \in I$  mindestens genauso bevorzugt wie  $w$  gegenüber  $z$  für  $x, y, w, z \in A^R$

Auf Basis dieser Informationen wird im Weiteren die Wertfunktion mittels ordinaler Regression gesucht, die den Präferenzen des Entscheidungsträgers entspricht. Eine kompatible Wertfunktion  $U: A \rightarrow [0,1]$  muss folgende Bedingungen erfüllen:

$$U(w) > U(z) \text{ für } w \succ z \quad (15)$$

$$U(w) = U(z) \text{ für } w \sim z \quad (16)$$

$$U(w) - U(z) > U(r) - U(s) \text{ für } (w, z) \succ^* (r, s) \quad (17)$$

$$U(w) - U(z) = U(r) - U(s) \text{ für } (w, z) \sim^* (r, s) \quad (18)$$

$$u_i(w) \geq u_i(z) \text{ für } w \succeq_i z, i \in I \quad (19)$$

$$u_i(w) - u_i(z) > u_i(r) - u_i(s) \text{ für } (w, z) \succ_i^* (r, s), i \in I \quad (20)$$

$$u_i(w) - u_i(z) = u_i(r) - u_i(s) \text{ für } (w, z) \sim_i^* (r, s), i \in I \quad (21)$$

$$u_i(x_i^*) = 0, \text{ mit } x_i^* = \min\{g_i(x) : x \in A\} \quad (22)$$

$$\sum_{i \in I} u_i(y_i^*) = 1, \text{ mit } y_i^* = \max\{g_i(x) : x \in A\} \quad (23)$$

Wurde eine kompatible Wertfunktion gefunden, die die Nebenbedingungen aus Gleichung 15-23 entspricht, so kann die Aggregation auf  $A$  erfolgen. Figueira et al. beschreiben dazu zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

- Eine Wertfunktion, die als die „beste“ der kompatiblen Wertfunktionen angesehen wird, wird ausgewählt.
- Zwei schwache Präferenzrelationen  $\succeq^N$  und  $\succeq^P$  (notwendige Relation genannt) und zwei Binärrelationen, die die Intensität der Präferenzen beschreiben  $\succeq^{*N}$  und  $\succeq^{*P}$  (mögliche Relation genannt), werden identifiziert.

Damit ist die Grundlage für die Lösung der Problemstellung aus Kapitel 2 gelegt. Figueira et al. [1] beschreiben noch weitere Eigenschaften sowie Besonderheiten der Umsetzung, auf welche hier nicht weiter eingegangen wird.

### 3.4 Modifikation der GRIP Methode

Die GRIP Methode sucht wie die UTA<sup>GMS</sup> Methode eine additive Wertfunktion, d.h. die Kriterien müssen präferenziell unabhängig voneinander sein [7]. Sobald aber Interaktionen zwischen den Kriterien auftreten, ist die präferenzielle Unabhängigkeit verletzt und die Verwendung einer anderen Nutzenfunktion wird notwendig [9]. Das bedeutet, dass die Abwandlung der GRIP Methode darin besteht, dass die gesuchte Wertfunktion keine additive Form hat, sondern eine multilineare [1]:

$$u(x_1, \dots, x_n) = \sum_{I \subseteq N} \gamma_I \prod_{i \in I} u_i(x_i) \quad (24)$$

Berücksichtigt werden in diesem Fall allerdings nur Interaktionen zwischen jeweils zwei Kriterien, da damit auch der Aufwand geringer ausfällt und die Aussagekraft mit der steigenden Komplexität eher abnimmt [4]. Damit werden maximal Terme mit zwei unterschiedlichen Kriterien in die gesuchte Wertfunktion einfließen.

Damit ist die Methodik erläutert, die das Präferenzmodell der ET abbilden soll. Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit dem interaktiven Prozess vom ET die relevanten Informationen zu erhalten um das Modell erstellen zu können.

## 4 Der Präferenzerhebungsprozess im Modell

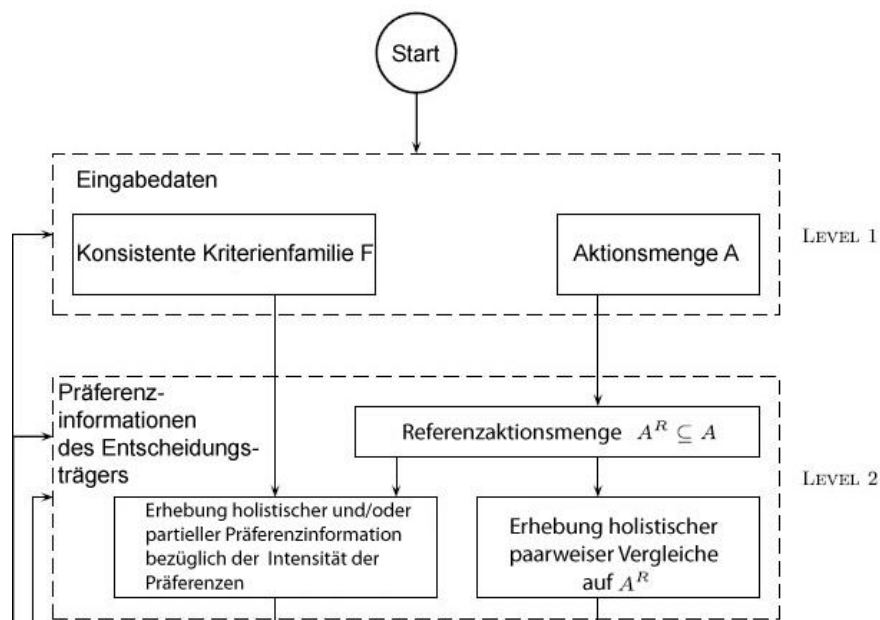
Der Präferenzerhebungsprozess beschäftigt sich primär mit der interaktiven Komponente und mit der Erhebung der notwendigen Daten vom ET im Kontext eines elektronischen Verhandlungsunterstützungssystems. Somit entspricht der ET einem Verhandlungspartner.

In Bild 2 ist der Entscheidungsprozess aus [2] gekürzt auf den Bereich der Eingabedaten sowie die Präferenzinformationen des ET dargestellt. Diese Einschränkung zeigt auch den Fokus dieses Kapitels auf. Es werden zunächst die Grundlagen des Präferenzmodells beschrieben, um dann daraufhin den interaktiven Prozess darzustellen. Dabei werden entlang des Prozesses in Bild 2 die Elemente erläutert und in Bezug zueinander gesetzt.

In „Level 1“ befinden sich zwei grundlegende Eingabedaten, die für den Prozess der Generierung des Präferenzmodell essentiell sind: die Kriterienfamilie  $F$  sowie die Aktionsmenge  $A$ .

Die Kriterienfamilie  $F$  wird als gegeben vorausgesetzt und die Kriterien sind konsistent, d.h. vollständig, monoton und keine redundanten Kriterien sind in  $F$  enthalten [12].

Die Aktionsmenge  $A$  stellt die Menge der möglichen Aktionen bedingt durch die Kriterienfamilie  $F$  dar. Grundsätzlich ist es das kartesische Produkt der Ausprägungen der Kriterien. Da ein paarweiser Vergleich sämtlicher möglicher Aktionen vom Aufwand her nicht vertretbar und wenig zielführend wäre, wird die Referenzmenge  $A^R$  aus Elementen des orthogonalen Designs bestehen. Um die Interaktionen zwischen den Kriterien von Seiten des Benutzers feststellen zu können, müssen die Vergleiche, die auf der Referenzmenge durchgeführt werden, dahingehend gestaltet sein, dass gleichzeitig ein Test auf die präferenzielle Unabhängigkeit durchgeführt wird. Wird diese für ein Kriterium verletzt, so muss es in der Wertfunktion berücksichtigt werden, d.h. ein additiver Term reicht für dieses Kriterium nicht aus, sondern ein zusätzlicher multiplikativer Term muss in die Wertfunktion einfließen, der die Interaktionsbeziehung abbildet, und damit muss eine multilineare Nutzenfunktion verwendet werden.



**Bild 2: Entscheidungsprozess in GRIP (basierend auf[2])**

Um diesen Test zu ermöglichen, werden die Alternativen, die dem ET als Referenzaktionen präsentiert werden, an der Definition der präferenziellen Unabhängigkeit [7] aufgebaut.

Zur Überprüfung dieser Eigenschaften werden jeweils zwei Vergleiche je Kriterienpaar durchgeführt. Dabei sind die Referenzaktionen derart gestaltet, wie in Tabelle 1 dargestellt:

Aktionen/Kriterium	X	Y	Z
1	$x_b$	$y_w$	$z_w$
2	$x_w$	$y_b$	$z_w$
3	$x_b$	$y_w$	$z_b$
4	$x_w$	$y_b$	$z_b$

**Tabelle 1 Referenzaktionen für die Überprüfung präferenzzieller Unabhängigkeit**

Dabei sind  $x_b, y_b$  und  $z_b$  die jeweiligen besten Fälle der Kriterien und die  $x_w, y_w$  und  $z_w$  die jeweils schlechtesten Fälle der Kriterien. Die Aktionen 1 und 2 und die Aktionen 3 und 4 aus Tabelle 1 werden miteinander verglichen. Werden die Abwägungen zwischen X und Y in beiden Vergleichen auf dieselbe Aktion führen, so sind X und Y von Z präferenzziell unabhängig. Z muss dabei nicht zwangsweise ein weiteres Kriterium sein, sondern kann auch eine Menge mit einer beliebigen Anzahl an Kriterien sein.

Von dieser grundlegenden Struktur ausgehend wird die Menge der Referenzaktionen  $A^R$  entworfen, um vom Benutzer die Informationen bezüglich der präferenzziellen Unabhängigkeit zu erhalten. Prinzipiell wird die präferenzzielle Unabhängigkeit für alle vorhandenen Kriterien überprüft. Da dies jedoch bei einer großen Anzahl an Kriterien zu einer großen Zahl an Vergleichen führen kann, wird dem ET die Möglichkeit gegeben, vorab zu bestimmen, zwischen welchen Kriterien er/sie eine Abhängigkeit sieht und zwischen welchen nicht, was die Überprüfung deutlich einschränken kann.

Bei der Generierung der Paare, die überprüft werden, wird von einem symmetrischen Design ausgegangen, das bedeutet, dass die Kriterien, die miteinander gepaart werden, nicht sämtliche Permutationen umfassen, sondern nur die Hälfte, da damit bereits die gewünschten Informationen erlangt werden können. Damit ergeben sich maximal, in Abhängigkeit der Mächtigkeit  $|F| = n$ ,  $\sum_{i=1}^{n-1} i$  Vergleiche für den ET.

Bitte kreuzen Sie diejenige Alternative an, die Sie bevorzugen.  
Können Sie sich nicht für eine der Alternativen entscheiden, können Sie beide Alternativen ankreuzen oder beide Kontrollkästchen leer lassen.  
Im darauf folgenden Schritt ordnen Sie die Alternativen einer Klasse zu.

Alternative 1 ☐ Alternative 2 ☒

Preis: 100  
Baujahr: 1998  
Leistung: 280  
Farbe: grün

Preis: 10000  
Baujahr: 2011  
Leistung: 280  
Farbe: grün

Gute Alternativen  
Durchschnittliche Alternativen  
Schlechte Alternativen

Gute Alternativen  
Durchschnittliche Alternativen  
Schlechte Alternativen

**Bild 3: Dialogskizze - Vergleiche und Klassifizierung**

In Bild 3 ist beispielhaft eine Dialogskizze dargestellt, wie diese Vergleiche dem ET präsentiert werden können. Die Alternativen werden dem Benutzer in Form von Profilkarten präsentiert, die auch im Bereich der Conjoint Analyse sehr beliebte Instrumente darstellen. Durch diese Darstellungsart werden die Vergleiche für die ET interessanter und einfacher [4].

Aus diesen Vergleichen lassen sich die Bedingungen für die Gestalt der Wertfunktion, wie in Gleichung 15 und 16 dargestellt, ableiten.

Des Weiteren soll der ET eine Klassifikation der Alternativen vornehmen. Durch diese Klassifikation lässt sich bereits eine erste grobe Präferenzrelation ableiten. Für eine vorgegebene Anzahl an Klassen  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , die in absteigender Reihenfolge der Nutzenzuordnung geordnet sind, d.h.  $C_1 > C_2 > \dots > C_n$ , kann folgende Bedingung für die Wertfunktion abgeleitet werden:

$$1 \geq U(x): \forall x \in C_1 \quad (25)$$

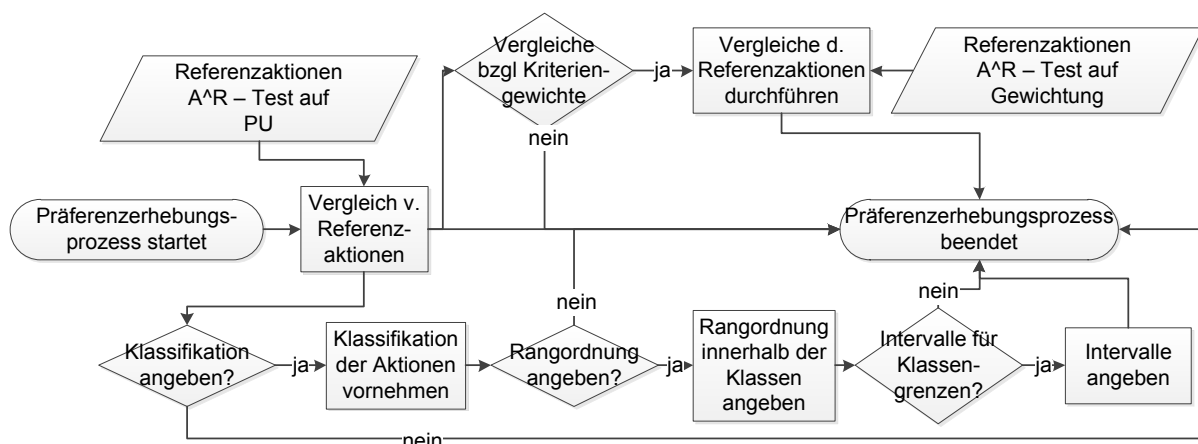
$$U(x) > U(y): \forall x \in C_k \wedge \forall y \in C_l \text{ mit } k, l = 2, \dots, n-1, k > l \quad (26)$$

$$U(x) \geq 0: \forall x \in C_n \quad (27)$$

Die Vergleiche, die in diesem Schritt durchgeführt werden, sind in Bild 2 den holistischen paarweisen Vergleichen auf  $A^R$  im „Level 2“  $A^R$  zuzuordnen. Damit lassen sich mittels der GRIP Methode bereits Wertfunktionen ermitteln.

Als eine Erweiterung der im vorigen Abschnitt aufgeführten Vergleiche können die ET auch noch den Klassen Intervalle im Bereich  $[0,1]$  zuordnen, falls sie dazu in der Lage sind. Als zusätzliche Erweiterung ist denkbar, dass im Anschluss an diese Vergleiche noch weitere Vergleiche erfolgen, die auf die Ermittlung der Gewichte der Kriterien abzielen. Dazu müssten weitere Referenzaktionen generiert werden, bei denen jeweils eines der Kriterien den besten Fall annimmt, während die komplementären Kriterien den jeweils schlechtesten Fall annehmen. Durch eine Rangordnung dieser Referenzaktionen können die Gewichte der Kriterien geordnet werden. Eine genauere Quantifizierung der Gewichte könnte auch beispielsweise durch Vergleiche mit ebenfalls generierten Lotterien gewonnen werden [9].

Zusammenfassend lässt sich der interaktive Teil der Methode damit wie in Bild 4 darstellen.



**Bild 4:** Präferenzenerhebungsprozess - interaktiver Teil



Das bedeutet, dass der ET im Grunde als minimale Angabe den Vergleich über die Präferenzinformationen durchführen muss. Alle weiteren möglichen Vergleiche und Rangordnungen dienen dazu, die Aussagekraft des Präferenzmodells zu verbessern. Damit ist jedoch auch sichergestellt, dass der ET, in Abhängigkeit von der Bereitschaft, die er/sie zeigt, bzw. der Möglichkeit seine/ihre Präferenzinformationen zu explizieren, ein Präferenzmodell als Entscheidungshilfe erhält.

## **5 Ausblick und nächste Schritte des Projektes**

Die Grundlagen des neuen Präferenzmodells sowie des immanenten Präferenzerhebungsprozess wurden erläutert. Durch die Umsetzung dieses Projektes kann gezeigt werden, dass Interaktionen zwischen Attributen berücksichtigt werden können und dass der Präferenzerhebungsprozess an sich effektiver ist, da mit partiellen Informationen umgegangen werden kann. Weiterhin können jederzeit einfach neue Informationen in das bestehende Präferenzmodell einfließen. Durch den adaptiven Prozess wird der ET jederzeit an der Stelle abgeholt, an der er/sie gerade ist und das grundlegende Problemverständnis wird verbessert. Im Weiteren werden die nächsten Schritte des Projektes erläutert.

### **5.1 Implementierung des Präferenzmodells**

Nachdem der interaktive Teil abgeschlossen wurde, müssen die Präferenzinformationen genutzt werden, um mittels eines nichtlinearen Problemlösers die kompatiblen Wertfunktionen zu bestimmen. Im Laufe des Projektes wurde der Löser von Lindo Systems LINGO ausgewählt, da ein nichtlinearer Problemlöser integriert ist, als auch ein „Application Programming Interface“ (API) für Java angeboten wird [10]. Letztgenannter Punkt ist insofern wichtig, da Negoisst auf der Java EE basiert.

Nachdem diese Phase abgeschlossen ist, also das Modell für den Löser entworfen und anhand des Beispiels getestet wurde, soll ein Vorabtest bezüglich der Durchführbarkeit des entworfenen Prozesses durchgeführt werden. Dazu wird eine Fallstudie entwickelt, die Experten vorgelegt wird. Aus den Präferenzinformationen, die von diesen angegeben werden, wird dann das Präferenzmodell erstellt und die Übereinstimmung mit den erwarteten Ergebnissen geprüft. Die Erkenntnisse dieses Vorabtests werden daraufhin dann wieder in die Überarbeitung des Prozesses sowie des Präferenzmodells mit einfließen.

### **5.2 Implementierung in Negoisst**

Nach Abschluss des Vorabtests und des vorhandenen Modells für den Solver ist der nächste Schritt die Implementierung in das elektronische Verhandlungsunterstützungssystem Negoisst. Dabei gibt es drei grundsätzliche Punkte, die berücksichtigt werden müssen: die Implementierung der graphischen Benutzerschnittstelle für den Präferenzerhebungsprozess, die Integration des Solvers, d.h. die Anbindung der API an das Negoisst System, sowie die Implementierung und Gestaltung des Feedback-Mechanismus für den Benutzer.

Der erste Punkt wird deutlich von den Ergebnissen des Vorabtests bestimmt. Desweiteren steht die Softwareergonomie besonders im Vordergrund, da die Benutzer die Präferenzen möglichst intuitiv angeben können sollen. Dieser Aspekt ist besonders hervorzuheben, da die Akzeptanz der Benutzer in erheblichem Maße davon abhängt. Die Anbindung der API an Negoisst stellt einen weiteren wichtigen Punkt in der Implementierungsphase dar und wird

von technischen Fragestellungen wie die Architektur und die zu wählenden Methoden der Programmierung geprägt sein. Auch hier spielt die Softwareergonomie eine wichtige Rolle. Schließlich muss untersucht werden, an welcher Stelle und in welcher Form dem Benutzer das Feedback des Systems gegeben wird, um möglichst optimale Entscheidungen zu ermöglichen.

## 6 Literatur

- [1] Dykerhoff, R (1994): Decomposition of Multivariate Utility Functions in Non-additive Expected Utility Theory. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 3: 41-58.
- [2] Figueira, JR, Greco, S, Slowinski, R (2009): Building a set of additive value functions representing preorder and intensities of preference: GRIP method. *European Journal of Operational Research* 195: 460-486.
- [3] Greco, S, Mousseau, V, Slowinski, R (2008): Ordinal regression revisited: Multiple criteria ranking using a set of additive value functions. *European Journal of Operational Research* 191: 416-436.
- [4] Green, PE, Srinivasan, V (1990): Conjoint Analysis in Marketing: New Developments with Implications for Research and Practice. *The Journal of Marketing* 54 (4): 3-19.
- [5] Jacquet-Lagrange E, Siskos J (1982): Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European Journal of Operational Research*. 10: 151-164.
- [6] Jarke, M; Jelassi, T; Shakun, MF (1987): MEDIATOR: Toward a Negotiation Support System. *European Journal of Operational Research* 31 (3):314-334.
- [7] Keeney, R.L., Raiffa, H. (1976): *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [8] Kersten, GE; Noronha, SJ(1999): WWW-based Negotiation Support: Design, Implementation, and Use. *Decision Support Systems* 25: 135-154.
- [9] Kleindorfer, PR, Kunreuther, HC, Schoemaker, PJH (1993): *Decision Sciences An Integrative Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [10] LINDO SYSTEMS (2011): Lingo, Lindo API: <http://www.lindo.com/>. Abgerufen am 01.09.2011.
- [11] Luce, RD, Tukey, JW (1964): Simultaneous conjoint measurement. *Journal of Mathematical Psychology* 1(1).1-27.
- [12] Roy, B, Bouyssou, D (1993): *Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas*. Economica, Paris.
- [13] Saaty, T. (1980): *The Analytic Hierarchie Process*. McGraw-Hill, New York.
- [14] Schoop, M (2010): Support of Complex Electronic Negotiations. In: Kilgour, DM, Eden, C (Hrsg.), *Advances in Group Decision and Negotiation*. Springer Netherlands, Dordrecht.

- [15] Schoop, M (2008): Elektronische Verhandlungssysteme. <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/crm-scm-und-electronic-business/Electronic-Business/Electronic-Commerce/elektronische-Verhandlungssysteme>. Abgerufen am 18.08.2011.
- [16] Schoop, M, Jertila, A, List, T (2003): Negoisst: A Negotiation Support System for Electronic Business-to-Business Negotiations in E-Commerce. *Data and Knowledge Engineering* 47 (3):371-401.
- [17] Schoop, M (2002): Electronic markets for architects - The architecture of electronic markets. *Information Systems Frontiers* 4 (3). 285-302.
- [18] Siskos, Y (2005): UTA Methods. In: Figueira, J, Greco, S, Ehrgott, M (Hrsg.), *Multiple Criteria Decision Analysis. State of the Art Surveys*. Springer, Boston.
- [19] Siskos, Y, Spyridakos, A (1999): Intelligent multicriteria decision support: Overview and perspectives. *European Journal of Operational Research* 113: 236-246.
- [20] Ströbel, M., Weinhardt, C. (2003): The Montreal Taxonomy for Electronic Negotiations. *Group Decision and Negotiation* 12 (2):143-164.
- [21] Thiessen, EM, Sodberg, A (2003): SmartSettle Described with the Montreal Taxonomy. *Group Decision and Negotiation* 12: 165-170.
- [22] Thiessen, EM, Loucks, DP (1992): Computer Assisted Negotiation of Multiobjective Water Resources Conflicts. *Water Resources Bulletin* 28: 163-177.
- [23] Venkatesh, V, Morris, M G, Davis, GB, Davis, FD (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward Unified View. *MIS Quarterly* 27 (3). 425-478.



# **Konstruktion eines Management-Frameworks für Social Networking Sites auf Basis einer extensiven Literaturanalyse**

**Richard Braun**

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01187 Dresden,  
E-Mail: richard.braun@tu-dresden.de

**Werner Esswein**

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, 01187 Dresden,  
E-Mail: werner.esswein@tu-dresden.de

## **Abstract**

Die aktive Nutzung von öffentlichen Social Networking Sites (SNS) als Social-Media-Tool für geschäftliche Zwecke hat in letzter Zeit rasant zugenommen. Hinsichtlich einer tatsächlichen Betrachtung wirtschaftlicher Aspekte (z.B. Geschäftswerte) wird die Thematik bis jetzt jedoch nur unzureichend behandelt. Dadurch mangelt es an einer Systematisierung und Konzeptualisierung von Aktivitäten in SNS, wodurch u. a. ein strukturiertes Vorgehen oder eine Integration in IT-Systeme erschwert wird. Diese Arbeit analysiert Möglichkeiten der geschäftlichen Nutzung von SNS auf der Basis einer extensiven Literaturanalyse, um einen Ist-Stand festzustellen. Es werden verschiedene Maßnahmen und Nutzungsbereiche strukturiert und ein Management-Framework zur Erzielung von Geschäftswerten aus SNS konstruiert.

## **1 Einführung und Motivation**

Social Networking Sites (SNS) haben in den letzten Jahren rasant an Bedeutung gewonnen, was sich z. B. an Nutzerzahlen von Facebook verdeutlicht (ca. 750 Mio., [16]). SNS werden nach BOYD & ELLISON (2007) als web-basierte Services definiert, in denen (halb-) öffentliche Profile angelegt werden können, über welche Kontakte erstellt, gepflegt und verfolgt werden [1]. Im Folgenden sollen auch solche Webseiten als SNS angesehen werden, deren primäres Ziel nicht in der Unterstützung von Internet Social Networking besteht [1]. Beispiele hierfür sind z. B. Content-SNS wie Youtube oder Flickr [31]. Social Networking Sites sind eine Form von Social Software [30] und werden alternativ dem Bereich des Social Media zugeordnet [23]. Die wachsende Bedeutung von SNS für Unternehmen wird in der Literatur in Vielzahl betont [3],

[32],[30]. SNS werden durch Unternehmen insbesondere in Form eigener Profile zur Unternehmensdarstellung und Kommunikationsgenutzt[11], [34]. Sie dienen somit der Steigerung der eigenen Reichweite und Umsätze [1]. Die Literatur führt zahlreiche empirische Einzelbeispiele von Unternehmen und deren Aktivitäten in SNS auf (z. B. [11], [15], [19], [23] und [32]). Demgegenübersteht der Mangel an einer ganzheitlichen Systematisierung und Konzeptualisierung von SNS im Unternehmenskontext[30]. Dieser resultiert daraus, dass SNS bis jetzt hauptsächlich aus der Kundenperspektive betrachtet wurden [8], [21]. Dadurch ergeben sich beispielsweise im eCRM konkrete Probleme hinsichtlich der Integration von Kundendaten aus SNS in CRM-Prozesse [15], [33]. Auch wird die systematische und zielgerichtete Planung, Durchführung und Kontrolle von unternehmensseitigen Aktivitäten in SNS erschwert, was die Integration von SNS in Unternehmensstrategien und IT-Systeme (z. B. ERP) hindert. Gleichwohl ist dies noch ein generelles Problem von Technologien des Web 2.0[25].

Aus Sicht der Wirtschaftsinformatik drängt sich somit die Frage auf, wie und in welchen Bereichen existierende Social Networking Sites überhaupt strategisch genutzt werden können, um einen geschäftlichen Mehrwert zu generieren. Das IT-Artefakt SNS [30] wird dabei als Faktor betrachtet, der die Geschäftsprozesse eines Unternehmens verbessern kann, um die Leistungsfähigkeit des Unternehmens insgesamt zu verbessern. Dies schlägt sich z. B. in der Senkung von Kosten oder der Förderung von Verkäufen nieder[21]. CULNAN ET AL. (2010) nennen diesbezüglich Umsatzsteigerungen, Kosteneinsparungen, eine Steigerung der Kundenzufriedenheit und Kundenbindung als potentielle Geschäftswerte. Doch was sind Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Erreichung solcher Geschäftswerte und wie lassen sich diese kategorisieren? Welche Möglichkeiten bestehen technisch, Maßnahmen in konkreten SNS durchzuführen? Wie könnte eine Integration in Strategien und Prozesse aussehen?

Das Ziel dieser Arbeit besteht daher in der Ausarbeitung eines Management-Frameworks zur Generierung von Geschäftswerten aus Social Networking Sites. Das Framework soll bekannte Handlungsmöglichkeiten in SNS systematisieren und als Referenzrahmen dienen, um daraus unternehmensspezifische Maßnahmen abzuleiten. Es sei hierbei darauf hingewiesen, dass auf die Betrachtung öffentlicher SNS abgezielt wird und nicht auf proprietäre SNS (sog. Intranet Social Network Platforms [30]). Das Framework wird auf Basis einer extensiven Literaturanalyse gebildet, wobei verschiedene Nutzungsvorschläge aus der Literatur systematisiert und konsolidiert werden.

Hinsichtlich dieser Zielstellung unterteilt sich die Arbeit wie folgt. Zuerst wird die Methodik der Arbeit in Form der Literaturanalyse vorgestellt (Kapitel 2). Nachfolgend werden die Resultate der Literaturanalyse sachlogisch geordnet präsentiert(Kapitel 3) und daraus das finale Framework konstruiert (Kapitel 4). Die Arbeit schließt mit einer zusammenfassenden Betrachtung und einem Ausblick.

## 2 Methode

Als Methode zur Feststellung des Ist-Standes wurde die systematische Literaturanalyse gewählt und sich in der Bearbeitung an das Vorgehensmodell nach VOM BROCKE ET AL. (2009) gehalten. Die Realisierung der einzelnen Phasen des Vorgehensmodells wird nachfolgend dargestellt[36].

## 2.1 Definition des „Research Scope“

Die Literaturanalyse betrachtet die unternehmensseitige Ausnutzung von Social Networking Sites. Das Hauptaugenmerk liegt dabei explizit nicht auf der Nutzung der SNS-Technologie im Unternehmen, sondern auf Möglichkeiten der Erzeugung von Geschäftswerten aus existierenden SNS, wie z. B. Facebook, Twitter, XING oder meinVZ. Hinsichtlich der Taxonomie von Literaturanalysen nach COOPER (1988) fokussiert die Arbeit auf ein konkretes Forschungsergebnis, nämlich die Konsolidierung existierender Literatur (Ziel der Integration). Die Arbeit ist konzeptionell gehalten und spiegelt eine neutrale Repräsentation des Forschungsstandes wider. Als Zielgruppe sind Forscher und Entscheidungsträger im Umfeld von SNS vorgesehen (Spezialisten). Die Analyse hat das Ziel, den Großteil der verfügbaren Gesamtliteratur zu erfassen[9].

## 2.2 Konzeptualisierung des Themenbereichs

Der zweite Schritt der Literaturanalyse befasst sich mit der Konzeptualisierung des Themenbereichs, um das Themengebiet zu strukturieren und relevante Suchbegriffe vorzubereiten[36]. Bezüglich der Forschungsfrage sind v. a. Fallstudienarbeiten (z. B. [11] und [21]) oder empirische Übersichtsarbeiten (z. B. [34]) bekannt, die aber ebenso wenig einen ganzheitlichen Rahmen fokussieren, wie Arbeiten, die SNS nur in spezifischen Branchen betrachten (z. B. [33]). Es ist daher nötig, einen größeren Überblick über verschiedene Anwendungsbereiche von SNS zu gewinnen, um diese zu konsolidieren. Daher sind v. a. Literaturbeiträge interessant, die sich mit der Generierung von Geschäftswerten aus SNS befassen. Weiterführend ist eine Übersicht über Beiträge relevant, die sich mit ökonomischen Fragestellungen der SNS-Nutzung befassen und z. B. Kennzahlen vorschlagen. Da es aktuell noch an anerkannter Grundlagenliteratur in Form von Lehrbüchern mangelt, wurden Journalbeiträge mit einer möglichst „breiten“ ökonomischen Betrachtung von SNS als Ausgangsliteratur verwendet (z. B. [11], [27], [30] und [35]).

## 2.3 Literatursuche

Die Literatursuche beinhaltet die Suche in Fachdatenbanken und Journalen auf Basis definierter Suchkriterien[36]. Auf Basis der Konzeptualisierung wurden Kernbezeichnungen der Domäne „SNS“ extrahiert (siehe Bild 1). Diese wurden mit markanten Begriffen aus der wirtschaftlichen Sicht der Forschungsfrage zu insgesamt 36 (englischen) Suchphrasen kombiniert. Die Synonymie einzelner Begriffe wurde explizit zugelassen, da es aktuell keinen Konsens über Begrifflichkeiten in der Forschungsgemeinschaft gibt[30].

<i>Domänenspezifisch</i>	Social Networking Site	Social Networks	Internet Social Networking	Facebook	Social Media	Virtual Communities
<i>Ökonomisch</i>	Business Value	Business Impact	Strategy	Profit	Added Value	Framework

**Bild 1:** Domänenspezifische und ökonomisch-orientierte Suchbegriffe

Es wurden folgende Fachdatenbanken nach Journal- oder Buchbeiträgen durchsucht: EBSCOHost, ACM Digital Library, ScienceDirect, ISI Web of Knowledge, Wiley Online Library, Informa Online sowie JSTOR. Im zweiten Schritt wurden diese Datenbanken sowie die AIS Electronic Library und die IEEE Xplore Digital Library nach Konferenzbeiträgen durchsucht. In allen gefundenen Beiträgen wurde via Rückwärts- und Vorwärtssuche nach weiteren relevanten Beiträgen gesucht. Ein Beitrag galt dann als Treffer, wenn die Analyse von Titel, Keywords und Abstract eine Relevanz bzgl. des „Research Scope“ versprach. Es wurden ausschließlich Beiträge gewählt, die ab 2006 veröffentlicht wurden. Die Literatursuche ergab 91 als relevant

betrachtete Veröffentlichungen. Diese wurden durch zwei Forscher jeweils einer Volltextanalyse unterzogen, um die inhaltliche Relevanz zu evaluieren. Dieser Analyse hielten 25 Veröffentlichungen stand.

## **2.4 Analyse und Synthese der Ergebnisse sowie Forschungsagenda**

Die Analyse der einzelnen Artikel sowie deren konsolidierende Synthese werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. Eine Forschungsagenda wurde nicht gebildet. Gleichwohl wurden offene Forschungsfragen und Probleme kompakter herausgestellt und im Ausblick im Kapitel 5 zusammengetragen.

# **3 Ergebnisse der Literaturanalyse**

In diesem Kapitel werden die Kernaussagen der aus der Literaturanalyse extrahierten Veröffentlichungen zusammengefasst und sachlogisch gruppiert. Die Kategorien dafür wurden aus den Schwerpunkten der einzelnen Arbeiten abgeleitet.

## **3.1 Geschäftswerte, strategische Ansätze und Guidelines**

PEKKA (2010) beschreibt vier Social-Media-Strategien für Unternehmen, die auch für SNS gelten. Unternehmen sind entweder komplett deaktiv („absence“), größtenteils deaktiv („presence“), aktiv ohne Berücksichtigung des Feedbacks („attendance“) oder komplett aktiv („omnipresence“), was die Bedienung verschiedener SNS-Kanäle einschließt [28]. SINCLAIRE ET AL. (2011) untersuchten in einer explorativen Studie 73 SNS-Auftritte von Großunternehmen und identifizierten hierbei verschiedene Nutzungsstrategien, die allerdings nicht im Detail charakterisiert werden: Aktiv oder passiv; proaktiv oder reaktiv sowie taktisch oder strategisch [34]. CULNAN ET AL. (2010) bilden auf der Basis einer Analyse von 500 US-Unternehmen und drei Fallstudien ein textuelles Vorgehensmodell zur Einführung und Nutzung von Social Media (z. B. SNS) in Unternehmen. Das Vorgehensmodell besteht aus den Elementen „mindful adoption“, „community building“ und „absorptive capacity“. Das Element „mindful adaption“ beinhaltet die strategische Ausrichtung von SNS-Aktivitäten am Unternehmen sowie die Bewertung des Erfolgs. „Community building“ umfasst primär die Erzeugung und die Behandlung der durch Nutzer generierten Inhalte. Das Element „absorptive capacity“ spiegelt schließlich die Nutzbarmachung der gewonnenen Informationen, deren Überwachung und die Integration in firmeneigene Prozesse wider [11]. Wenngleich die Steigerung der Effektivität und Effizienz in vielen Publikationen betont wird, so fehlt es zumeist an konkreten Beschreibungen. CULNAN ET AL. (2010) benennen hingegen für vier Unternehmensbereiche konkrete Geschäftswerte: Virales Marketing, Kundenloyalität und Kundenerhalt im Bereich des Marketing; Umsatz im Verkauf; Umsatz, Kosteneinsparungen und Kundenzufriedenheit im Service und Support sowie Umsatzsteigerungen in der Produktentwicklung [11]. KETTLES ET AL. (2008) sehen in der Kostensenkung während der Produktentwicklung, in der Steigerung der Kundenloyalität und in generellen Informationsvorteilen Geschäftswerte, die aus SNS resultieren können [21].

## **3.2 Kategorisierung von Nutzungsbereichen**

RICHTER ET AL. (2011) unterteilen die Potentiale von SNS zur Interaktion mit Kunden in die Bereiche Marketing, Produktentwicklung und Marktintelligenz, worunter die Analyse von durch Nutzer erzeugten Inhalten verstanden wird [30]. Da SNS als Social Software in das Web 2.0 eingeordnet werden, können auch die Nutzungsbereiche nach BÄCHLE (2008) herangezogen



werden, wonach SNS im Bereich Open Innovation (Ideengenerierung durch Lead User, Konzeptentwicklung, Prototyping, Testen und Markteinführung) sowie im Social Commerce (z. B. After Sales Service) genutzt werden können[2]. BONCHI ET AL. (2011) präsentieren verschiedene Nutzungsbeispiele für Methoden der Social Network Analysis (SNA) und des Social Network Mining (SNM) in SNS: Personalwesen bzw. Rekrutierung, Kundenbindung (z. B. durch Churn Prediction), Marketing (z. B. „Competitive Viral Marketing“) und Innovationen (Trend Monitoring und Identifikation von z. B. Expertengruppen)[6].

BARNES (2011) stellt, basierend auf der Analyse von 500 US-Unternehmen, fest, dass SNS als bekannteste Social-Media-Technologie vor allem für die Personal-Rekrutierung sowie die Kommunikation mit Stakeholdern (Kunden, Partner und Lieferanten) genutzt werden können[3]. SINCLAIRE ET AL. (2011) beschreiben ca. 40 Observationen aus der Studie von SNS-Auftritten von Großunternehmen. Diese lassen sich in fünf Hauptbereiche zusammenfassen: Marketing, Forschung und Entwicklung, After Sales Services, Community Building und Public Relations[34]. SEGRAVE ET AL. (2011) stellen das Marketing und das Personalwesen als wichtigste Nutzungsbereiche heraus[32]. KETTLES ET AL. (2008) explizieren auf Basis einer Fallstudie Geschäftsbereiche, in denen SNS Vorteile bringen können. Es handelt sich dabei um das Marketing (Werbung und Kundensupport), den Vertrieb (Vorteile aus viralem Marketing), den Bereich Forschung und Entwicklung (Kostensenkungen durch kollaborative Innovationen) sowie Personalwesen (kürzere und zielsichere Identifizierung von Ressourcen bzw. Experten)[21].

### 3.3 Maßnahmen zur Erzielung von Geschäftswerten

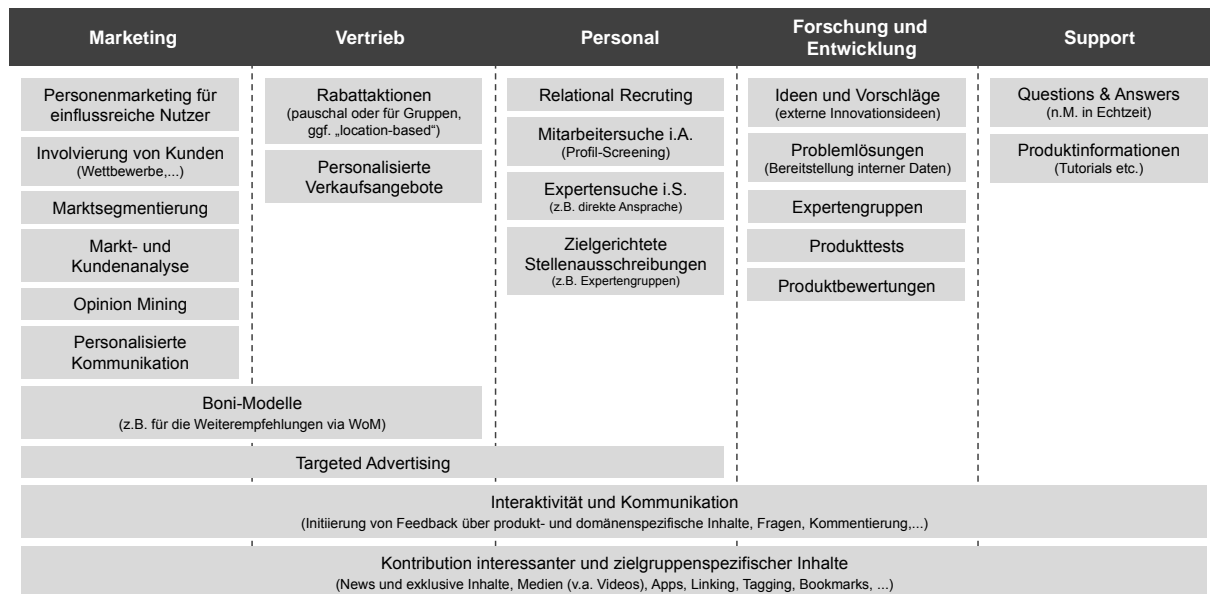
ERMECKE ET AL. (2009) stellen anhand einer Studie zur Adaption von Facebook-Apps exemplarisch dar, dass Adoptionsentscheidungen maßgeblich über einflussreiche, aktive Nutzer in SNS gefördert werden (Word-of-Mouth-Effekt (WoM)). Für Unternehmen gilt es somit, diese aktiven Nutzer zu identifizieren und für eigene Zwecke zu gewinnen (zielgerichtetes Personenmarketing)[14]. Interessant erscheint auch die Entwicklung eigener (z. B. produktspezifischer) Apps, um die Aufmerksamkeit für das Unternehmen zu steigern. HEIDEMANN ET AL. (2010) führen zahlreiche empirische Beispiele aus dem Customer Relationship Management (CRM) an, aus welchen induktiv folgende Tätigkeitsbereiche abgeleitet werden können: Einbezug des Kunden über „Mitmach-Aktionen“ oder Wettbewerbe; SNS als Vertriebsplattform (z. B. über Rabatte); SNS zum Multi-Channel-Management (insb. Kundenkommunikation und Service); Customer Care bzw. Support (z. B. via Twitter) sowie Produktentwicklung und Innovation. Außerdem erscheinen „Target-SNS“ [31] für die Marktsegmentierung interessant [20].

Im „CRM-Zyklus“ können SNS sowohl in der Akquise (Bewerbung über z. B. virales Marketing), dem Kundenerhalt (z. B. mit Hilfe personalisierter Kommunikation), der Expansion (z. B. individuelle Kaufvorschläge) sowie in der Kundenrückgewinnung effektiv genutzt werden [33]. SNS versprechen hier im Vergleich zu anderen Social-Media-Technologien den größten Nutzen [15]. Notwendig hierfür ist die Integration von Kundendaten und Kundenmeinungen (Beschwerden, Vorschlägen, Reviews oder Bewertungen [33]) in CRM-Systeme, was FAASE ET AL. (2011) als „Social CRM“ postulieren. CASTELEYN ET AL. (2009) liefert in diesem Zusammenhang einen Ansatz zu einer Marktanalyse-Methode für Facebook. MANGOLD ET AL. (2009) proklamieren vier Marketing-Ansätze für Unternehmen. Zuvorderst müssen dedizierte Netzwerkplattformen geschaffen werden, um gleichgesinnte Kunden zu aggregieren. Dies können z. B. verschiedene Profile in SNS sein. Über diese müssen Kunden eingebunden und engagiert werden, um Feedback zu generieren[24]. Die bereitgestellten Inhalte sollten eine hohe Exklusivität besitzen [23].

Dies gilt insbesondere im Vergleich zu Konkurrenten, wodurch die Notwendigkeit eines (externen) Benchmarking besteht. SINCLAIRE ET AL. (2011) liefern zu jedem ihrer vorgestellten Nutzungsbereiche konkrete Handlungsoptionen: Im Marketing sind dies Kommentare, Publikationen von Medien (v. a. Videos), Wettbewerbe, externe Verlinkungen, die Initiierung von Themen (z. B. neuste Angebote oder Nachrichten zu Marken) oder auch das einfache Werben für Produkte [34]. Hinsichtlich der Kommunikation mit Kunden über SNS (z. B. Twitter) stellt BULEARCA (2011) heraus, dass SNS eine wichtige Komponente darstellen, um Kundenmeinungen zu analysieren und zu beeinflussen. Sie sind somit weiter gefasst ein probates Mittel des Opinion Mining.

BHAGAT ET AL. (2009) beschreiben aus der Kundenperspektive heraus Vorteile des Consumer Flocking, bei welchem sich Kunden dynamisch zusammenschließen, um Produkte als Gemeinschaft günstiger zu erwerben. Dieser Vorgang wird SNS maßgeblich vereinfacht und wird durch sogenannte Initiatoren (oder „Katalysatoren“) getrieben [4]. Unternehmen sollten diesbezüglich zielgruppenspezifische Angebote in SNS offerieren und den „Flocking-Vorgang“ durch z. B. finanzielle Anreize für Katalysatoren forcieren. SPAULDING (2009) liefert Vorgehenshinweise für Unternehmen in virtuellen Gemeinschaften (VC). Die Vorgehensweisen unterscheiden sich hinsichtlich des Typs einer virtuellen Gemeinschaft. SNS können dabei in die Klasse der „Relation-Oriented VC“ eingeordnet werden. SPAULDING (2007) empfiehlt im Rahmen der Produktentwicklung die Bildung kleiner Expertengruppen zur Identifikation von Kundenbedürfnissen sowie zum Test und der Entwicklung von Produkten. Bzgl. des Marketings und des Vertriebs wird die Bedeutung des WoM, die Identifikation von einflussreichen „Hubs“ und die Förderung der Markenloyalität ebenso herausgestellt wie das Angebot von Gruppen-Käufen, welche Rabatt offerieren [35].

SEGRAVE ET AL. (2011) benennen konkrete Maßnahmen in SNS, um Kunden zu binden und neue zu gewinnen. Hierzu zählen Wettbewerbe (z. B. Rätsel), Personalisierungen (z. B. persönliche Glückwünsche), die Integration von Unternehmensinhalten über Apps oder das Setzen von Anreizen zum Teilen von Informationen (z. B. über Boni-Modelle). WATERS ET AL. (2009) bildeten für die Analyse der Facebook-Profilseiten von 275 Non-Profit-Organizations (NPO) einen Rahmen zur Bewertung der einzelnen Seiten. Dieser kann als Empfehlung für die inhaltliche Gestaltung von Profilseiten verwendet werden. Zuerst sollte das Profil transparent gestaltet werden. Dazu sollten Verantwortliche gekennzeichnet sein und Informationen zum Angebot bzw. zum Zweck des Profils sowie zur Organisation an sich gegeben werden. Zur Verbreitung von Informationen sollte neben der Nutzung von News und Mediendateien auf ausreichende Verlinkungen zu organisationsspezifischen Informationen geachtet werden und die Diskussion mit Nutzern gesucht werden [37]. Im Bereich Forschung und Entwicklung sollten Expertenforen für ausgewählte Nutzer eingerichtet werden und explizit zu Produktverbesserungen eingeladen werden. Im After Sales Services sollten vor allem Inhalte in Form von Tutorials oder Videos bereitgestellt werden. Bzgl. der Public Relations sollten aktiv Themen initiiert werden (z. B. exklusive Firmennews) und zu Online-Events eingeladen werden [34]. DEKAY (2009), GIRARD & FALLERY (2009) und KLUEMPER & ROSEN (2008) stellen die Bedeutung von SNS für das Personalwesen bzw. die Rekrutierung heraus. Der Hauptvorteil von SNS in diesem Zusammenhang erwächst aus den hochaggregierten Daten, welche in Form von Gruppenzugehörigkeiten, Kommentaren, Tags und Fotos Zusatzinformationen zu Bewerbern bieten [22]. Ein weiterer Vorteil liegt im Aufbau langfristiger Beziehungen zu Bewerbern oder ehemaligen Mitarbeitern („relational recruitment“). Ferner erleichtern SNS das Outsourcing von Recruiting-Tätigkeiten [18].



**Bild 2: Framework für Maßnahmen in SNS zur Erzielung von Geschäftswerten**

Die genannten Kategorien und Maßnahmen der letzten beiden Kapitel lassen sich in dem folgenden Maßnahmen-Framework zusammenfassen und integrieren (siehe Bild 2). Dieses wird Bestandteil des ganzheitlichen Management-Frameworks (vgl. Kapitel 4).

### 3.4 Bewertung, Methoden und Werkzeuge

Die Bewertung von Unternehmensaktivitäten in SNS wird in der Literatur zwar als sehr bedeutend und wichtig eingeschätzt, ist aber bis jetzt noch weitgehend ungelöst [26]. Die Anwendung klassischer Kennzahlen auf SNS ist kaum möglich, da statt quantitativer Messungen vielmehr qualitative Messungen durchgeführt werden müssen [17]. BERNOFF & LI(2008) ordnen jedem unternehmerischen Nutzenbereich Erfolgsmetriken zu, z. B.: Die Summe nutzbarer Ideen (Forschung und Entwicklung), Verweilzeiten auf einzelnen Seiten (Marketing), Verkaufssteigerungen (Vertrieb) oder die Anzahl online beantworteter Fragen (Support)[4]. CULNAN ET AL. (2010) präsentieren einen Rahmen für eine Bewertungsmetrik und unterteilen diesen in finanzielle, organisatorische, personelle und systemrelevante Faktoren[11].

MURDOUGH (2009) schlägt einen Bewertungs-Prozess im Social Media vor, der die Schritte Konzeption, Definition, Design, Deployment und Optimierung enthält. In der Konzeptionsphase werden Messziele mit Unternehmenszielen verbunden sowie Key Performance Indicators (KPI) und Benchmarks beschrieben. Als einfache KPI-Beispiele werden die Anzahl von Fans oder Kommentaren beschrieben. Die Definitions-Phase beschreibt, was relevante Erfolgsfaktoren sind und wie die spätere Analyse evaluiert und illustriert wird. In der Design-Phase werden konkrete Tools und Methoden zur Messung gewählt. Darunter werden Enterprise Listening Platforms (z. B. Radian6), Text Mining Tools (z. B. SAS), Web-Analytics-Tools (z. B. Webtrends) und auch spezifische APIs von SNS verstanden. Abschließend wird die Messung durchgeführt und verbessert[26]. BONCHI ET AL. (2011) stellen die mangelnde geschäftliche Anwendung von Social Networking Analysis (SNA) und Social Network Mining (SNM) in Bezug auf Geschäftsprozesse fest und propagieren ein Framework, welches einzelne Methoden für Unternehmensprozesse operationalisiert. Im Rahmen der Betrachtung von SNS sind hierbei folgende Methoden

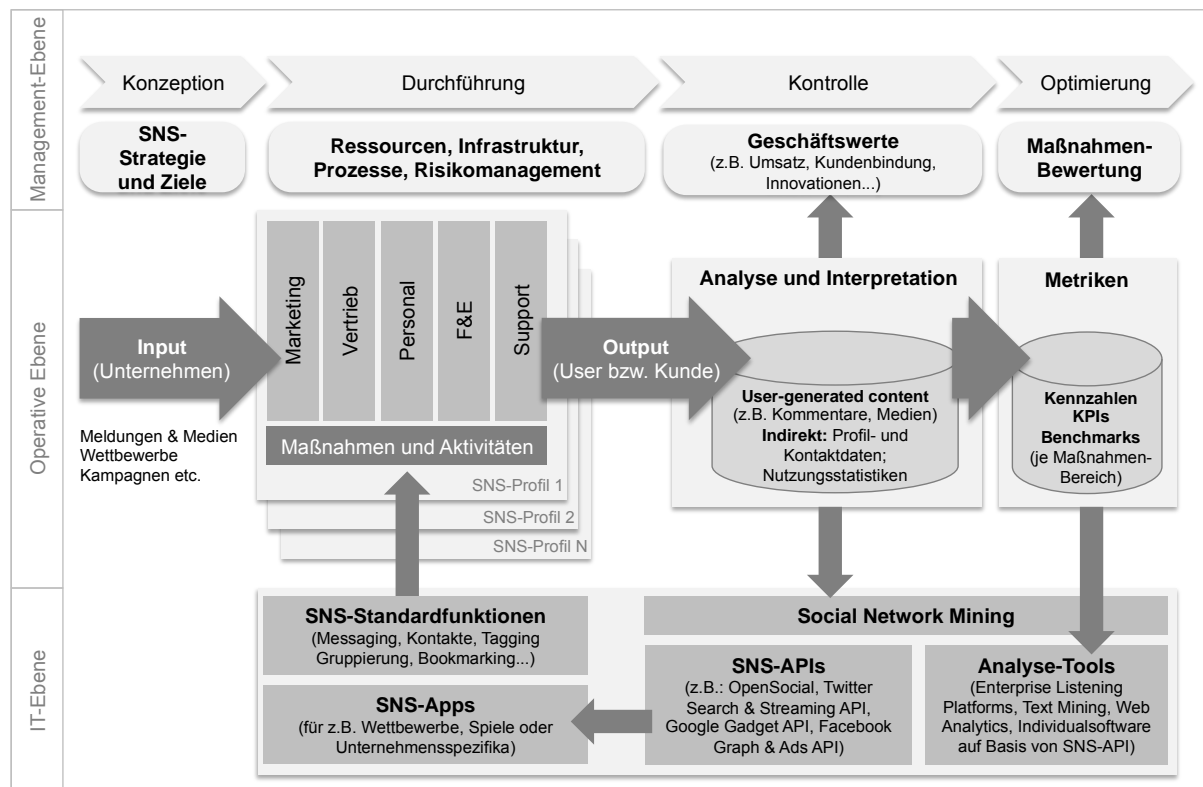
relevant: Social Searching, Social Network Monitoring, Expert Routing (z. B. Page Rank, Trust Rank, HITS), Social Network Mining und Link Prediction Modeling (z. B. zur Vorhersage von Kundenverhalten) [6]. FISHER (2009) präsentiert konkrete Kennzahlen, welche sich primär auf SNS-Profilseiten adaptieren lassen: Kosten pro Nutzer, Page Views, Page Visits, wiederkehrende Besuche, Interaktionsrate, verbrachte Zeit, Anzahl bereitgestellter Inhalte sowie Anzahl konkreter Aktionen[17].

### 3.5 Risikomanagement

Bei aller Hervorhebung der Potentiale von SNS für Unternehmen kommt der Umgang mit Risiken in der Literatur bis jetzt zu kurz, obwohl einzelne Aspekte wie z. B. mutwillig falsche Bewertungen oder Denunziationen („Bad Mouthing“ [29]), bereits angesprochen wurden. HEIDEMANN ET AL. (2010) nennen exemplarisch Fake-Profile von Kunden, negative WoM-Effekte, allgemeine Beschwerden sowie Diffamierungen als potentielle Gefahren[20]. Hinsichtlich der Stakeholder-Gruppen stellt PEKKA (2010) fest, dass Unternehmen aufgrund der direkten und teils chaotischen Kommunikation in SNS erheblich an Kontrolle über Nachrichten einbüßen und somit Wert auf Risikomanagement legen müssen[28]. Die strategische Bedeutung des Risikomanagements wird in diesem Zusammenhang auch von CULNAN ET AL. (2011) herausgestellt[11].

## 4 Management-Framework

Auf Basis der Literaturanalyse wurde ein Framework konzipiert, welches versucht, die Komplexität zwischen Social Networking Sites und geschäftlichen Maßnahmen unter Betrachtung flankierender Systeme zu reduzieren. Die einzelnen Elemente verstehen sich dabei als Rahmen, welcher für konkrete Zwecke ausgestaltet werden muss. Das Framework unterteilt sich horizontal in die Management-Ebene, die operative Ebene und die IT-Ebene (siehe Bild 3). In der Management-Ebene wird (u. a. in Anlehnung an CULNAN ET AL. (2011)) der Hauptprozess der Konzeption, Durchführung, Kontrolle und Optimierung von Maßnahmen zur Erzielung von Geschäftswerten in SNS abgebildet und mit strategischen Elementen des Unternehmens verbunden. Dies ist z. B. die Zielstellung des Unternehmens und die daraus ableitbare Positionierung in SNS sowie die erwarteten Geschäftswerte. Zur Durchführung konkreter Maßnahmen bedarf es einer adäquaten Infrastruktur, (personeller) Ressourcen sowie definierter Prozesse, um Maßnahmen steuern und kontrollieren zu können. Ein effizientes Controlling von Maßnahmen ist nur durch Bewertungsmaßnahmen möglich, die in der Literatur bis jetzt allerdings noch wenig betrachtet werden (vgl. Kapitel 3.4). Die operative Ebene beschreibt in Abhängigkeit zum Management-Prozess einen Referenzrahmen für Aktivitäten in SNS. Dazu bedarf es einer Lieferung von Input (z. B. Nachrichten) mit einem bestimmten Ziel. Die Ziele determinieren, in welchem Bereich ein Unternehmen aktiv wird und welche Maßnahmen dort möglich sind (vgl. Bild 2). Einzelne Maßnahmen werden nach der redaktionellen Inhaltserzeugung mit Hilfe von Standardfunktionen aus dem Bereich des Web 2.0 umgesetzt. Die Entwicklung von (Social) Apps ermöglicht dabei eine individuelle, funktionelle Erweiterung innerhalb von SNS. Eine Bedienung mehrerer SNS-Profile wird hierbei berücksichtigt. Die angewendeten Maßnahmen erzeugen (unstrukturierten) Output, welcher als „user-generated content“ zusammengefasst wird.



**Bild 3:** Konzeptionelles Management-Framework zur Erzielung von Geschäftswerten aus Social Networking Sites

Neben direkten Daten (z. B. Kommentaren) werden jedoch auch „indirekte“ Daten in Form von z. B. Nutzerverhalten oder Besuchszahlen geliefert, welche zur Maßnahmenbewertung verwendet werden können. Primär liefert der „direkte“ Output Geschäftswerte, z. B. Innovationen aus Produktverbesserungen, Kundenbindung durch verbesserten Support oder gar höhere Umsätze durch (schlussendlich ggf. offline) getätigte Käufe. Zur Analyse des Outputs und zur Ermittlung (Messung) von Geschäftswerten sind neben definierten (Interpretations-) Prozessen auch Methoden und Werkzeuge nötig. Hierfür stellt die IT-Ebene Social-Network-Mining-Methoden zur Verfügung (vgl. Kapitel 3.4), welche aus allgemeinen Analyse-Werkzeugen (unabhängig vom spezifischen SNS) bestehen und über Daten-Schnittstellen des spezifischen SNS den User-Output quantifizieren. Darauf basieren ebenso Metriken zur Bewertung der getroffenen Maßnahmen. Hierzu empfiehlt sich die Anlage eines Repositories, welches Kennzahlen, KPIs sowie interne und externe Benchmarks speichert. Die Wartung des Repositories muss selbstredend – wie alle anderen Aktivitäten – in Unternehmensprozessen verankert sein.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag versucht, auf Basis einer extensiven Literaturanalyse die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten von SNS für Unternehmen zu systematisieren und in einem ganzheitlichen Rahmen zu konsolidieren. Forschern wie Praktikern wird somit der Ist-Stand der Literatur kompakt präsentiert, die wichtigsten Maßnahmen aufgezeigt und in einen Kontext mit angrenzenden Systemen, Methoden, Werkzeugen und Strategien gerückt. Er liefert damit einen Beitrag zur „Grundlagenforschung“ bzgl. des Internet Social Networking im Allgemeinen und der Nutzbarmachung von SNS im Speziellen. Das Management-Framework versteht sich als Orientierungsrahmen zur

individuellen Ausgestaltung und als Grundlage, um weiterfassende Management-Systeme zu bilden (z. B. bezüglich des Risikomanagements) oder einzelne Bestandteile detailliert weiterzuentwickeln (z. B. Schnittstellen zwischen Teilsystemen des Frameworks). Gleichzeitig sollte das konstruierte Framework jedoch noch in empirischen Untersuchungen evaluiert werden, um z. B. die Realisierbarkeit einzelner Maßnahmen zu prüfen oder neue zu identifizieren.

Die Felder für weitere Forschungsarbeiten sind vielfältig. Zum einen sollte an einer weiteren Strukturierung und Konzeptualisierung von SNS gearbeitet werden, um diese in Managementsysteme einordnen zu können. Dem schließt sich die Notwendigkeit der Integration existierender Messmethoden und der Herausbildung von validen Metriken zur Bewertung an. Ebenso müssen Vorgehensmodelle detaillierter gestaltet werden und die Möglichkeit bieten, an spezifische Unternehmenszwecke angepasst zu werden. Auch eine Zuordnung von Maßnahmen zu Strategien und Geschäftswerten sowie eine Abbildung auf konkrete IT-Artefakte ist wichtig. Schlussendlich stellt sich die Herausforderung der Darstellung und Integration von unternehmensrelevanten Artefakten aus Social Networking Sites in ERP-Systemen, was durch FAASE ET AL. (2011) im Bereich des CRM bereits motiviert wurde.

## 6 Literatur

- [1] AT&T (2008): The Business Impacts of Social Networking.
- [2] Bächle, M (2008): Ökonomische Perspektiven des Web 2.0 – Open Innovation, Social Commerce und Enterprise 2.0. *Wirtschaftsinformatik* 50(2): 129-132.
- [3] Barnes, NG (2010): The 2010 Inc. 500 Update: Most Blog, Friend And Tweet But Some Industries Still Shun Social Media. <http://www.umassd.edu/cmr/studiesandresearch/industriesstillshunsocialmedia/>. Abgerufen am 15.09.2011.
- [4] Bernoff, J; Li, C (2008): Harnessing the Power of the Oh-So-Social Web. *MIT Sloan Management Review*, Spring: 36-42.
- [5] Bhagat, P S; Klein, A; Sharma, V (2009): The Impact of New Media on Internet-based Group Consumer Behavior. *Journal of Academy of Business and Economics* 9(3): 83-94.
- [6] Bonchi, F; Castillo, C; Gionis A; Jaimes, A (2011): Social Network Analysis and Mining for Business Applications. *ACM Transactions of Intelligent Systems and Technology* 2(3): 22-37.
- [7] Boyd, DM; Ellison, NB (2007): Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication* 13(1), Artikel 11.
- [8] Bulearca, M (2010): Twitter: a Viable Marketing Tool for SMEs? *Global Business Management Research* 2(4): 396-409.
- [9] Casteleyn, J; Mottart, A; Rutten, K (2009): How to Use Facebook in Your Market Research. *International Journal of Market Research* 51(4), 439-447.
- [10] Cooper, HM (1988). Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society* 1: 104-126.
- [11] Culnan, MJ; McHugh, PJ; Zubillaga, JI (2010): How Large U.S. Companies Can Use Twitter and Other Social Media to Gain Business Value. *MIS Quarterly Executive* 9(4): 243-259.

- [12] Clemons, E (2009): Business Models for Monetizing Internet Applications and Web Sites: Experience, Theory, and Predictions. *Journal of Management Information Systems* 26(2).
- [13] DeKay, S (2008): Are Business-Oriented Social Networking Web Sites Useful Resources for Locating Passive Jobseekers? Results of Recent Study. *Business Communication Quarterly* 72(1): 101-105.
- [14] Ermecke, R; Mayrhofer, P; Wagner, S (2009): Agents of Diffusion – Insight from a Survey of Facebook Users. In: *Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences* (2009).
- [15] Faase, R; Helms, R; Spruit, M (2011): Web 2.0 in the CRM domain: defining social CRM. *International Journal of Electronic Customer Relationship Management* 5(1): 1-22.
- [16] Facebook (2011): Facebook Statistik. <http://www.facebook.com/press/info.php?statistics>. Abgerufen am 15.09.2011.
- [17] Fisher, T (2009): ROI in social media: A look at the arguments. *Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management* 16: 189-195.
- [18] Girard, A; Fallery, B (2009): E-recruitment: new practices, new issues. An exploratory study. In: *3rd International Workshop on Human Resource Information Systems* (2009).
- [19] Harris, L; Rae, A (2009): Social networks: the future of marketing for small business. *Journal of Business Strategy* 30(5): 24-31.
- [20] Heidemann, J; Klier, M; Landherr, A; Probst, F (2011): Soziale Netzwerke im Web – Chance und Risiken im CRM von Unternehmen. *Wirtschaftsinformatik & Management* 2011-03: 40-45.
- [21] Kettles, D; Smith, D (2008): The Business Value of Social Network Technologies: A Framework for Identifying Opportunities for Business Value and an Emerging Research. *Information Systems Journal*, Issue 2007: 1-9.
- [22] Kluemper, D H; Rosen, P A (2009): Future employment selection methods: evaluating social networking web sites. *Journal of Managerial Psychology* 24(6):567-580.
- [23] McAfee (2010): Web 2.0 - A Complex Balancing Act. *The First Global Study on Web 2.0 Usage, Risks and Best Practices*.
- [24] Mangold, WG; Faulds, DJ (2009): Social media: The new hybrid element of the promotion mix. *Business Horizons* 52(4): 357-365.
- [25] Meijer, A; Thaens, M (2010): Alignment 2.0: Strategic use of new internet technologies in government 27(2): 113-121.
- [26] Murdough, C (2009): Social Media Measurement: It's Not Impossible. *Journal Of Interactive Advertising* 10(1).
- [27] Pallis, G; Zeinalipour-Yazti, D; Dikaiakos, M (2011): Online Social Networks: Status and Trends. In: *Data Management*: 213-234.
- [28] Pekka, A (2010): Social media, reputation risk and ambient publicity management. *Strategy & Leadership* 38(6): 43-49.
- [29] Peters, R; Reitzenstein, I (2008): Reputationssysteme im eCommerce - Funktionsweise, Anwendung und Nutzenpotenziale. *HMD* 261.

- [30] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke J (2011): Internet Social Networking - Research State of the Art and Implications for Enterprise 2.0. *Business & Information Systems Engineering* 3(2): 89-101.
- [31] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J; Große-Böckmann, S (2009): Internet Social Networking - Distinguishing the Phenomenon from its Manifestations. In: 17th European Conference on Information Systems, Verona.
- [32] Segrave, J; Carson, C; Merhout, JW (2011): Online Social Networks: An Online Brand Community Framework. In: *AMCIS 2011 Proceedings - All Submissions*.
- [33] Sigala, M (2011): eCRM 2.0 applications and trends: The use and perceptions of Greek tourism firms of social networks and intelligence. *Journal of Computers in Human Behavior* 27(2): 655-661.
- [34] Sinclair, C; Vogus, C (2011): Adoption of social networkingsites: an exploratory adaptive structuration perspective for global organizations. *Information Technology and Management*, Feb. 2011:1-22.
- [35] Spaulding, TJ (2009): How can virtual communities create value for business? *Electronic Commerce Research and Applications* 9(1): 38-49.
- [36] vom Brocke, J; Simons, A; Niehaves, B; Riemer, K; Plattfaut, R; Cleven, A (2009): Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process. In: 17th European Conference on Information Systems (2009).
- [37] Waters, R D; Burnett, E; Lamm, A; Lucas, J (2009): Engaging stakeholders through social networking: How nonprofit organizations are using Facebook. *Public Relations Review* 35(2): 102-106.



# Ökonomische Potenziale einer Online-Kundenwertanalyse zur gezielten Kundenansprache im Internet

**Julia Heidemann**

FIM Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement, 86159 Augsburg,  
E-Mail: [julia.heidemann@wiwi.uni-augsburg.de](mailto:julia.heidemann@wiwi.uni-augsburg.de)

**Mathias Klier**

Universität Innsbruck, Institut für Wirtschaftsinformatik, Produktionswirtschaft und Logistik,  
6020 Innsbruck, E-Mail: [Mathias.Klier@uibk.ac.at](mailto:Mathias.Klier@uibk.ac.at)

**Andrea Landherr**

FIM Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement, 86159 Augsburg,  
E-Mail: [andrea.landherr@wiwi.uni-augsburg.de](mailto:andrea.landherr@wiwi.uni-augsburg.de)

**Florian Probst**

FIM Kernkompetenzzentrum Finanz- & Informationsmanagement, 86159 Augsburg,  
E-Mail: [florian.probst@wiwi.uni-augsburg.de](mailto:florian.probst@wiwi.uni-augsburg.de)

## Abstract

Welche ökonomischen Potenziale Investitionen in eine Kundenwertanalyse im Internet (Online-Kundenwertanalyse) für Unternehmen eröffnen, wird in Wissenschaft und Praxis bisher nicht ausreichend betrachtet. Solche Untersuchungen sind aber vor dem Hintergrund der wachsenden Bedeutung einer gezielten Kundenansprache im Internet für den Geschäftserfolg von Unternehmen hoch relevant. Deshalb wird im Beitrag die Frage nach dem optimalen Investitionsumfang in eine Online-Kundenwertanalyse mittels modell-theoretischer Überlegungen analysiert. Zur Ableitung allgemeiner Ergebnisse und Handlungsempfehlungen wird dabei auf eine Simulation zurückgegriffen.

## 1 Einleitung

Der Stellenwert von Kundenbeziehungen sowie deren Analyse steht in Wissenschaft und Praxis seit Jahren im Fokus (vgl. [18], [9]). Die Ausrichtung des Unternehmens auf den Kunden hin bedeutet dabei den Übergang von einer undifferenzierten Marktbearbeitung, bei der Kunden mit standardisierten Leistungen versorgt werden, hin zu einer gezielten Bedienung der Kundenbedürfnisse (vgl. [9], [13]). Dies gilt insbesondere auch für die Interaktion im Web, da das Internet

in den vergangenen Jahren als Distributions- und Kommunikationskanal zwischen Unternehmen und Kunden stark an Bedeutung gewonnen hat (vgl. [1], [4]). So wird erwartet, dass in Europa im Jahr 2015 über US-\$ 340 Mrd. im B2C-Bereich über E-Commerce erwirtschaftet werden, eine Steigerung von knapp 50% im Vergleich zu heute [1]. Gleichzeitig können Unternehmen dank der technologischen Entwicklungen im Bereich der Datenspeicherung, Datenintegration und Datenanalyse besonders im Bereich Data Mining wertvolle Informationen über ihre Kunden und deren Verhalten erlangen (vgl. [3], [6], [19]). Somit sind sie prinzipiell in der Lage, die im Internet gewonnenen Kundendaten in Echtzeit auszuwerten und für eine gezielte, individualisierte Kundenansprache zu nutzen (vgl. [10], [17]). Konzepte zur Auswertung des Nutzungsverhaltens von Kunden im Internet gibt es dabei z. B. im Rahmen des Web Usage Mining schon länger (vgl. [21], [22]). Analysiert werden dabei u. a. typische Bewegungspfade (Clickstream-Analyse) oder aufgezeichnete Seitenaufrufe [20]. Allerdings wird bei den bisherigen Ansätzen nicht betrachtet, welche ökonomischen Potenziale mit der Analyse der Kundendaten und der daraus resultierenden, verbesserten Möglichkeit der Verwertung dieser Informationen im Rahmen einer gezielten Kundenansprache einhergehen. Dies ist aber insbesondere für Unternehmen, deren Erfolg stark von ihrer Präsenz im Internet abhängt entscheidend. Gleichzeitig ist es aufgrund der Heterogenität der Kunden für deren gezielte Ansprache im Internet erforderlich, diese anhand ihres Wertbeitrags für das Unternehmen (Kundenwertbeitrag) zu beurteilen, um den langfristigen Geschäftserfolg sicherzustellen (vgl. [5]). Zielsetzung dieses Beitrags ist es deshalb, den ökonomisch optimalen Umfang des Einsatzes einer Online-Kundenwertanalyse (Online-KWA) im Internet modellbasiert zu untersuchen. Die vereinfachende Modellierung in diesem Beitrag dient zugleich dazu, grundlegende Zusammenhänge der Einflussfaktoren und deren Wirkung auf die Entscheidung über Investitionen in eine Online-KWA darzustellen. Darüber hinaus wird die Übertragbarkeit der in einer Simulationsstudie generierten und am Beispiel eines Mobilfunkanbieters diskutierten Ergebnisse auf andere Unternehmen bzw. Branchen, in denen die Datenlage schlechter als im vorliegenden Fallbeispiel ist sowie generelle Limitationen des Modells, kritisch diskutiert.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird die Notwendigkeit einer Online-KWA zur gezielten Kundenansprache erläutert. Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 ein Optimierungsmodell zur ökonomischen Planung einer Online-KWA entwickelt. Anschließend werden in Kapitel 4 auf Basis einer Simulationsstudie allgemeine Erkenntnisse abgeleitet und am Beispiel eines Mobilfunkanbieters illustriert. Das letzte Kapitel fasst die Ergebnisse zusammen und würdigt diese kritisch.

## 2 Online-Kundenwertanalyse

Im Rahmen eines wertorientierten Customer Relationship Management (CRM) stellt der Kundenwert die zentrale „Beurteilungs- und Steuerungsgröße“ für aktuelle sowie zukünftige Kundenbeziehungen dar (vgl. z. B. [7], [5], [15]). Der Kundenwert beschreibt dabei den ökonomischen Beitrag, den ein Kunde<sup>1</sup> zur Steigerung des Unternehmenswerts leistet. Folglich kann zur Beurteilung kundenorientierter Maßnahmen oder Angebote die dadurch hervorgerufene Änderung des Kundenwertes als Messgröße dienen. Eine KWA<sup>2</sup> kann in diesem Zusammenhang

---

<sup>1</sup> Der Begriff Kunde wird im Folgenden sowohl für bestehende als auch potenzielle, zukünftige Kunden verwendet.

<sup>2</sup> In den letzten beiden Jahrzehnten ist eine Vielzahl an Ansätzen zur Kundenwertanalyse entstanden. Diese reichen von einfachen ABC-Analysen, über Scoring-Modelle bis hin zu finanz-wirtschaftlichen Kapitalwertberechnungen, wie z. B. dem Customer Lifetime Value (vgl. z. B. [14]).

dazu beitragen, Kunden hinsichtlich ihres Wertpotenzials zu analysieren und dem Unternehmen Ansatzpunkte für den optimalen Einsatz von Ressourcen (z. B. für die gezielte Kundenansprache) zu liefern.

Insbesondere zwei Entwicklungen haben dabei einen entscheidenden Einfluss auf die Durchführung von Kundenwertanalysen: Zum einen haben in den letzten Jahren bedeutende technologische Entwicklungen im Bereich der Datenerfassung und -analyse stattgefunden. Diese bieten Unternehmen neue Möglichkeiten, das Kundenverhalten zu analysieren [6]. So tragen Data-Mining-Methoden (v. a. Web Usage Mining Methoden) zur Entdeckung von Mustern im Kundenverhalten bei, aus denen auf den Kundenwert bzw. dessen Änderung geschlossen werden kann. Untersucht werden hier u. a. typische Bewegungspfade (Clickstream-Analysen), häufige Kaufmuster und aufgezeichnete Seitenaufrufe [20]. Auch weitere Aspekte, wie z. B. die Verweildauer auf einer Website oder Pageviews, können wichtige Informationen über Kunden darstellen (vgl. z. B. [3]). Die meisten Ansätze basieren auf der Auswertung von Web-Log-Dateien, aber auch Data Warehouse-basierte Konzepte zum Web Usage Mining finden Verwendung [11]. Insbesondere im Bereich des Electronic-CRM (vgl. z. B. [5]) ergeben sich daraus Möglichkeiten, Kunden im Internet unter Berücksichtigung spezifischer Präferenzen und der Kaufhistorie abhängig vom Kundenwert bzw. dessen erwarteter Änderung gezielt und in Echtzeit anzusprechen. Kundenbezogene Auswertungen über das Nutzungsverhalten können jedoch nur erstellt werden, wenn Kunden sich explizit identifizieren (z. B. über eine Anmeldung), bereits Nutzerdaten zur Verfügung stehen (z. B. im Verlauf des Bestellprozesses) oder anderweitig Informationen über den Kunden (z. B. bei impliziten persönlichen Angaben wie das Klicken auf ein Studenten-Angebot) gewonnen werden können. Daraus lassen sich personenbezogene Kundenprofile erstellen, die für eine gezielte, individualisierte Angebotsunterbreitung z. B. im E-Commerce genutzt werden können (vgl. [10], [16]).

Somit hat sich einerseits das Internet als Distributions- und Kommunikationskanal etabliert (vgl. z. B. [1], [4]), in dem Kunden zunehmend eine individualisierte Kundenansprache statt standardisierter Angebote erwarten. Zum anderen bieten die technologischen Entwicklungen neue Möglichkeiten, diesen hohen Kundenerwartungen nachzukommen (vgl. z. B. [10], [17]). Gleichzeitig können Unternehmen bei Verwendung einer Online-KWA die im Internet gewonnenen Informationen dazu nutzen, gezielt erwartungsgemäß profitable Kunden, bei denen eine positive Wertentwicklung durch eine Maßnahme erwartet wird, anzusprechen und zu bedienen (vgl. z. B. [3]). Folglich bildet eine Online-KWA die Grundlage für wertorientiert ausgerichtete CRM-Maßnahmen im Internet. Mit der Einführung einer Online-KWA sind jedoch in der Regel erhebliche Investitionen (z. B. für die Einführung notwendiger Software oder die Umsetzung von Web Usage Mining Methoden) verbunden [12]. Folglich wird die Online-KWA in der Praxis oftmals noch nicht genutzt. Deshalb stellt sich aus Unternehmenssicht die Frage, welche Potenziale eine Online-KWA birgt und in welchem Umfang Investitionen in diese ökonomisch sinnvoll erscheinen.

Bevor der optimale Investitionsumfang in eine Online-KWA in Kapitel 3 anhand eines vereinfachenden Modells untersucht wird, ist nachstehend das Beispiel eines Mobilfunk-anbieters (MFA) beschrieben, um die generelle Problemstellung, die mit dem Modell adressiert werden soll, zu verdeutlichen.

Ein großer deutscher Mobilfunkanbieter (MFA) will durch gezielte und individualisierte Kundenansprache auf seiner Web-Präsenz die Erfolgsquote von (bisher standardisierten) Internet-Kampagnen erhöhen sowie die Kundenprofitabilität steigern. Der MFA unterhält aktuell ein eigenes Data Warehouse zur Speicherung von Kunden- und Transaktionsdaten (u. a. Daten über bereits abgeschlossene Verträge, Beruf, sowie Kundenstammdaten). Die Möglichkeit, auf Basis dieser Daten den Wert einzelner Kundenbeziehungen zu ermitteln, wird aktuell bereits genutzt. Allerdings stehen diese Informationen bisher nur in der Zentrale zur Planung und Durchführung groß angelegter Kampagnen zur Verfügung. Für die Kunden-interaktion im Internet werden diese noch nicht herangezogen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund problematisch, da seit einigen Jahren der Internetauftritt bzw. das Online-Kundenportal, in dem Kunden z. B. selbständig ihren Vertrag einsehen, ändern oder verlängern können, den wesentlichen Customer-Touchpoint des MFA darstellt. Kunden informieren sich z. B. zunehmend im Internet über Angebote und geben damit wichtige Informationen über sich, ihre Bedürfnisse aber auch ihr Potenzial Preis. Deshalb möchte der MFA das Online-Kundenverhalten künftig gezielt analysieren und die Erkenntnisse daraus zusammen mit den bisherigen Daten für eine gezielte und individualisierte Kundenansprache im Internet einsetzen. Konkret sollen so vor allem Kunden mit hohen erwarteten Wertbeiträgen auch im Internet als solche identifiziert werden. Für diese Kunden können dann gezielt individualisierte Maßnahmen abgeleitet werden. In diesem Zusammenhang evaluiert der MFA aktuell das Potenzial einer Online-KWA. Im Fokus stehen dabei u. a. die Bewegungspfadanalyse im Online-Kundenportal sowie diverse Web-Analysen.

### 3 Modell zur Bestimmung des ökonomisch sinnvollen Investitionsumfangs in eine Online-Kundenwertanalyse

Um den ökonomisch sinnvollen Investitionsumfang in eine Online-KWA bestimmen zu können, wird im Folgenden ein quantitatives Entscheidungsmodell entwickelt. Hierzu werden die durch die Online-KWA über die Zeit zusätzlich generierbaren, kumulierten (diskontierten) Kundenwertbeiträge (im Folgenden Kundenwertbeiträge) den entsprechenden Auszahlungen gegenübergestellt. Dem Modell liegen folgende Annahmen und Definitionen zugrunde:

Ein Unternehmen unterbreitet einer Anzahl  $n_t \in \mathbb{N}$  von Kunden zu einem Zeitpunkt  $t$  ein Angebot über die eigene Internetpräsenz. Das Unternehmen geht davon aus, dass es die Online-KWA an  $T \in \mathbb{N}$  (regelmäßigen) Zeitpunkten für Maßnahmen zur Kundenansprache einsetzen wird, d. h.  $t \in \{1, \dots, T\}$ .

- A.1 Die Kundenwertbeiträge  $v \in \mathbb{R}$  der Kunden pro Maßnahme sind unabhängig vom Zeitpunkt der Maßnahme und gleichverteilt auf dem Intervall  $[v_{\min}; v_{\max}]$  mit  $v_{\min}, v_{\max} \in \mathbb{R}$ .
- A.2 Die ohne Anwendung einer Online-KWA durchschnittlich realisierbare Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{\text{alt}} \in [0; 1]$ , dass ein Kunde bei undifferenzierter Ansprache ein Angebot annimmt bzw. die Maßnahme erfolgreich ist, ist unabhängig von den Kundenwertbeiträgen und dem Unternehmen bekannt. Diese Erfolgswahrscheinlichkeit kann bei Einsatz einer Online-KWA gezielt beeinflusst werden. In diesem Fall resultiert eine Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{\text{neu}}(v) \in [0; 1]$  in Abhängigkeit vom Kundenwertbeitrag.
- A.3 Das Unternehmen trifft in  $t = 0$  eine Entscheidung über Umfang und Intensität des Einsatzes einer Online-KWA, welche durch die auf das Intervall  $[0; 1]$  normierte Variable  $m$  repräsentiert wird. Für  $m$  gilt die Eigenschaft der beliebigen Teilbarkeit.

#### A.4 Das Unternehmen ist risikoneutral und es steht für den Einsatz der Online-KWA ein unbegrenztes Budget zur Verfügung.

Unter diesen modelltheoretischen Annahmen gilt es nun, den optimalen Umfang einer Online-KWA zu bestimmen. Ein Umfang von  $m = 0$  bedeutet dabei, dass die Online-KWA nicht durchgeführt wird. Demgegenüber repräsentiert  $m = 1$  die Durchführung in maximalem Umfang, d. h. alle möglichen Webanalysetechniken werden umgesetzt.

Das Unternehmen stellt zur Bestimmung des optimalen Umfangs  $m_{opt}$  dem durch die Online-KWA zusätzlich generierbaren, kumulierten Wertbeitrag  $\Delta V \in \mathbb{R}$  die für deren Einsatz notwendigen Auszahlungen  $K \in \mathbb{R}^+$  gegenüber. Dadurch ergibt sich für das Optimierungsproblem folgende Zielfunktion:

$$ZF = \Delta V - K = \max! \quad (1)$$

Der insgesamt durch die Online-KWA zusätzlich generierbare Wertbeitrag  $\Delta V$  errechnet sich dabei aus dem Wertbeitrag bei gezielter Kundenansprache auf Basis der Online-KWA (im Folgenden mit  $V_{neu} \in \mathbb{R}$  bezeichnet) abzüglich des Wertbeitrags, der bei standardisierter Kundenansprache erzielbar wäre (repräsentiert durch  $V_{alt} \in \mathbb{R}$ ).

$$\Delta V = V_{neu} - V_{alt} \quad (2)$$

In  $V_{alt}$  fließt die ohne Online-KWA über alle Kunden(segmente) hinweg konstante Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{alt}$  ein. D. h. ein Kunde mit positivem Kundenwertbeitrag wird vom Unternehmen genauso behandelt wie einer mit negativem Kundenwertbeitrag einer Maßnahme. Aufgrund dieser fehlenden Differenzierung ist die Wahrscheinlichkeit  $q_{alt}$ , dass ein Kunde ein Angebot wahrnimmt, vom Kundenwertbeitrag unabhängig. Zur Berechnung von  $V_{alt}$  wird zunächst ein einzelner Kunde betrachtet: Der mit diesem potenziell generierbare (erwartete) Wertbeitrag ergibt sich aus der entsprechenden Höhe des Kundenwertbeitrags bei Annahme des Angebots  $v$  verknüpft mit der Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Kunde tatsächlich auf das Angebot eingeht (d. h. mit  $q_{alt}$ ). Ein Kunde generiert somit durchschnittlich im Hinblick auf eine Maßnahme einen Wertbeitrag von  $q_{alt} \cdot v$ . Wie der erwartete Wertbeitrag insgesamt ausfällt, wird von der Verteilung der Kundenwertbeiträge und der Anzahl der adressierten Kunden zu den betrachteten Zeitpunkten (nach Annahme A.1 mit  $n_t$  bezeichnet) beeinflusst. Bei Zugrundelegen einer Gleichverteilung im Intervall  $[v_{min}, v_{max}]$  (vgl. Annahme A.1), ergibt sich der Wertbeitrag  $V_{alt}$  folgendermaßen, wobei  $i$  den Kalkulationszins des Unternehmens pro Zeitintervall repräsentiert:

$$V_{alt} = \sum_{t=1}^T \frac{n_t}{(1+i)^t} \cdot \int_{v_{min}}^{v_{max}} v \cdot q_{alt} \cdot \frac{1}{v_{max} - v_{min}} dv = I \cdot q_{alt} \cdot \frac{1}{2} \cdot (v_{max} + v_{min}) \quad \text{mit } I = \sum_{t=1}^T \frac{n_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Betrachtet man den Wertbeitrag  $V_{neu}$ , der aus der gezielten Kundenansprache auf Basis der Online-KWA resultiert, so ist zu beachten, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit in diesem Fall in Abhängigkeit der Kundenwertbeiträge vom Unternehmen in der Höhe beeinflusst werden kann (vgl. Annahme A.2). So ist das Unternehmen auf Grundlage der Schätzung der Kundenwertbeiträge in der Lage, Kunden abhängig von diesem gezielt anzusprechen (z. B. durch besondere Angebote). Demzufolge muss in den oben angeführten Term (3) zur Ermittlung des erwarteten durch eine Maßnahme unter Berücksichtigung der Online-KWA generierbaren Wertbeitrags eines Kunden diese Abhängigkeit eingehen. Für den mit Hilfe der Durchführung einer Online-KWA generierbaren kumulierten Wertbeitrag  $V_{neu}$  ergibt sich somit folgender funktionaler Zusammenhang:

$$V_{neu} = \sum_{t=1}^T \frac{n_t}{(1+i)^t} \int_{v_{min}}^{v_{max}} v \cdot q_{neu}(v) \frac{1}{v_{max}-v_{min}} dv = \int_{v_{min}}^{v_{max}} v \cdot I \cdot q_{neu}(v) \frac{1}{v_{max}-v_{min}} dv \quad \text{mit } I = \sum_{t=1}^T \frac{n_t}{(1+i)^t} \quad (4)$$

Die genannte Abhängigkeit zwischen Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$  und dem Kundenwertbeitrag  $v$  ist darauf zurückzuführen, dass das Unternehmen auf Basis einer Online-KWA einem Kunden mit hohem Potential eher ein attraktives Angebot unterbreiten wird als einem Kunden mit negativem Kundenwertbeitrag. Konkret nimmt das Unternehmen zunächst eine Schätzung der einzelnen Kundenwertbeiträge vor. Besonders attraktive Angebote unterbreitet das Unternehmen dann Kunden, die durch einen höheren geschätzten Kundenwertbeitrag charakterisiert sind und aufgrund einer entsprechenden Individualisierung des Angebots zudem mit einer höheren Wahrscheinlichkeit auf dieses eingehen. Insgesamt bildet in Formel (4) das Produkt  $I \cdot q_{neu}(v)$  die vermehrte Ansprache von Kunden mit einem höheren Kundenwertbeitrag und die gleichzeitig höhere Annahmewahrscheinlichkeit des Angebots ab. Während mittels einer Online-KWA die Differenzierung in Kunden mit hohem (positivem) bzw. geringem (negativem) Kundenwertbeitrag relativ gut möglich ist, kann insbesondere in einer kleinen Umgebung um den Kundenwertbeitrag null selbst eine sehr detaillierte Online-KWA Fehlentscheidungen zur Folge haben: So kann es vorkommen, dass Kunden mit mittels einer Online-KWA positiv eingeschätztem aber tatsächlich negativem Kundenwertbeitrag, fälschlicherweise attraktive Angebote unterbreitet werden (Schätzfehler) et vice versa. Derartige Fehleinschätzungen wirken sich natürlich auf die entsprechenden Erfolgswahrscheinlichkeiten aus. Deshalb scheint für  $q_{neu}(v)$  in Abhängigkeit vom Kundenwertbeitrag  $v$  ein streng monoton steigender und im negativen (positiven) Bereich des Kundenwertbeitrags konvexer (konkaver) Verlauf plausibel. Für den exakten Verlauf der Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$  sind der Wirkungsgrad  $w \in \mathbb{R}^+$  und die Intensität  $m$  der Online-KWA von entscheidender Bedeutung. Der Wirkungsgrad  $w$  einer KWA beeinflusst die Höhe der Erfolgswahrscheinlichkeit durch die Auswirkung der gezielten Kundenansprache. Demgegenüber bestimmt die Investitionshöhe – d. h. die Intensität der Durchführung – in welchem Umfang die Online-KWA durchgeführt wird. Die Variation der Intensität beeinflusst hierbei die Genauigkeit der Resultate der Online-KWA, d. h. die Genauigkeit der Schätzung der Kundenwertbeiträge. Je größer hierbei die Intensität gewählt wird, desto genauer werden die Schätzungen der Kundenwertbeiträge und desto zielgerichteter kann die Angebotsunterbreitung erfolgen. Dadurch vermindert sich folglich auch die Problematik im kritischen Bereich um den Kundenwertbeitrag null.

Ein möglicher funktionaler Zusammenhang für die Wahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$  in Abhängigkeit vom Kundenwertbeitrag, der den oben geschilderten Charakteristika Rechnung trägt, basiert auf dem Arcus Tangens (arctan) und kann wie folgt formalisiert werden:<sup>3</sup>

$$q_{neu}(v) = \mathbf{1}_{[0;1)}(f(v)) \cdot f(v) + \mathbf{1}_{[1;\infty)}(f(v)), \quad (5)$$

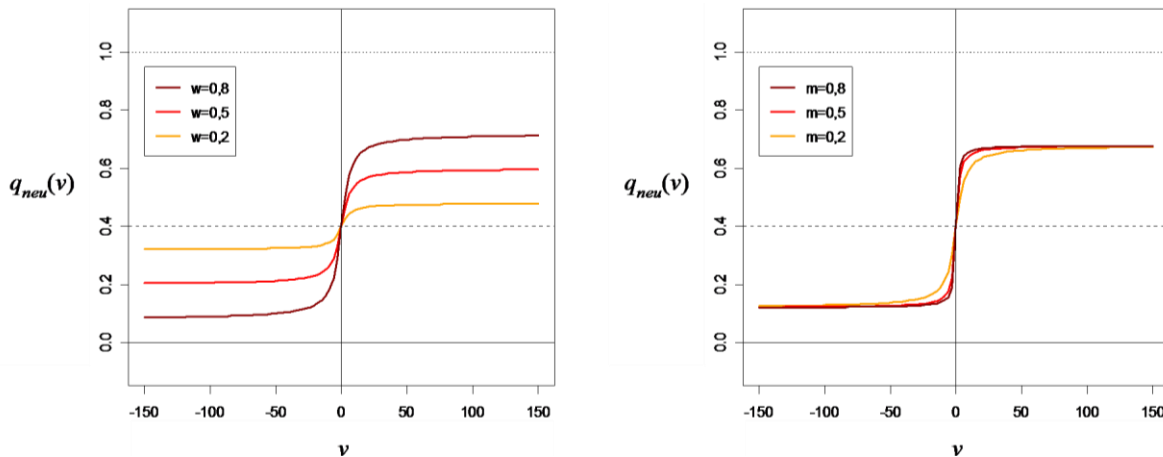
wobei gilt:

$$f(v) = w \cdot \frac{2 \cdot q_{alt}}{\pi} \cdot \arctan(m \cdot v) + q_{alt}. \quad (6)$$

Die beiden Indikatorfunktionen in Gleichung (5) stellen dabei sicher, dass die aus der Online-KWA resultierende Erfolgswahrscheinlichkeit innerhalb ihres Definitionsbereichs liegt, d. h. sie steigt weder über eins noch sinkt sie unter null.

<sup>3</sup> Auch bei Verwendung anderer Funktionen, die obige Charakteristika aufweisen, bleiben die Ergebnisse im Wesentlichen erhalten.

Bild 1 veranschaulicht den unterschiedlichen Einfluss des Wirkungsgrads  $w$  und der Intensität  $m$  auf die Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$ . Im linken Bild wurde dabei der Wirkungsgrad unter sonst gleichen Bedingungen variiert, im rechten Bild die Intensität. Es ist zu erkennen, dass der Wirkungsgrad beeinflusst, wie stark sich die neue Erfolgswahrscheinlichkeit gegenüber der bisherigen verändert. Der Einfluss der Intensität wirkt sich insbesondere im kritischen Bereich um einen Kundenwertbeitrag von null aus, da es hier besonders schwierig ist, zwischen Kunden mit positiven und negativen Kundenwertbeiträgen zu differenzieren.



**Bild 1:** Einfluss der Parameter  $w$  bzw.  $m$  auf die Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$

Mit den Zusammenhängen (3) bis (6) ist  $\Delta V$  aus (2) konkretisiert. Deshalb gilt es nun die Kosten  $K$  der Durchführung der Online-KWA genauer zu spezifizieren. Dabei wird zwischen zwei Kostenbestandteilen unterschieden. So sind mit der Einführung einer Online-KWA einerseits fixe Kosten  $K_{fix}$  verbunden, die von der gewählten Intensität  $m$  unabhängig sind (z. B. für die Einrichtung eines Projektteams). Diese fallen an, sobald die Online-KWA eingeführt wird (d. h.  $m > 0$ ). Andererseits sind variable Kosten zu berücksichtigen, die in Abhängigkeit der Einsatzintensität  $m$  der Online-KWA variieren (z. B. für die Umsetzung der einzelnen Webanalysetechniken). Eine höhere Intensität hat somit höhere variable Kosten zur Folge und umgekehrt. Für die Bestimmung der variablen Kosten wird ein linearer Verlauf unterstellt. Insgesamt ergibt sich folgender funktionaler Zusammenhang, wobei  $1_{(0,1]}(m)$  erneut die Indikatorfunktion bezeichnet und  $k_{var}$  den linearen Kostenfaktor darstellt:

$$K = 1_{(0,1]}(m) \cdot K_{fix} + m \cdot k_{var} \quad (7)$$

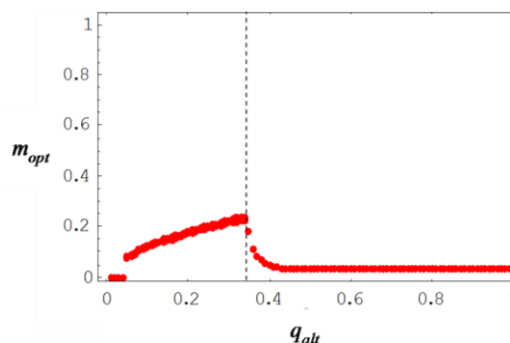
Das Optimierungsmodell zur Bestimmung des ökonomisch sinnvollen Investitionsumfangs in eine Online-KWA zur gezielten Kundenansprache im Internet ist durch die Zusammenhänge (1) - (7) beschrieben. In Kapitel 4 wird nun auf eine Reihe allgemeiner Ergebnisse des entwickelten Modells eingegangen.

## 4 Darstellung und Interpretation der Ergebnisse des Modells

Zur Ermittlung allgemeiner Ergebnisse des Modells wird auf eine stetige Simulation mit numerischen Optimierungsverfahren zurückgegriffen, da sich die optimale Einsatzintensität einer Online-KWA nicht algebraisch bestimmen lässt. Durch die Simulation wird es ermöglicht, für

verschiedene Rahmenbedingungen allgemeine Handlungsempfehlungen bezüglich der Einsatzintensität abzuleiten (vgl. hierzu aus methodologischer Sicht [2]; ein analoges Vorgehen wird z. B. in [8] zugrunde gelegt).<sup>4</sup> Zum besseren Verständnis wird die Anwendung des Modells zugleich anhand eines Fallbeispiels verdeutlicht.

Die Durchführung der Simulation erfolgte mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse mit mehreren Parametern (vgl. [8]). Unter Abdeckung der Definitionsbereiche der sieben Modellparameter ließen sich verschiedene Investitionsszenarien abbilden und der jeweilige Einfluss der einzelnen Modellparameter auf den optimalen Zielfunktionswert und die optimale Intensität analysieren. Hierzu wurden für die Simulation die Definitionsbereiche jedes Modellparameters in Intervalle unterteilt. Dabei stellten sich für die Untersuchungen insgesamt 58 Intervalle als ausreichend heraus. Anschließend wurde jeweils ein Parameter einzeln herausgegriffen (im Folgenden: Analysevariable), um ihn über seinen Definitionsbereich systematisch zu variieren. Dadurch soll ermittelt werden, welche Änderungen sich für den optimalen Umfang einer Online-KWA ergeben. Für jede Variation einer Analysevariable erfolgten 50 separate Simulationsläufe. Um den Einfluss der restlichen Modellparameter zu analysieren, wurden für jeden Simulationslauf mittels Zufallsoperator einzelne Werte für die Parameter aus den festgelegten Intervallen bestimmt und aufgezeichnet. Die sich dabei ergebende Vielzahl von unterschiedlichen Kombinationen an Intervallen wurde jeweils getrennt untersucht, d. h. es wurden automatisiert eigene Simulationsläufe durchgeführt (vgl. [8]). Eine graphische Aufbereitung des Ergebnisses einer systematischen Variation der Analysevariable  $q_{alt}$  bei gegebenen Intervallen der übrigen Modellparameter<sup>5</sup> zeigt Bild 2. In der Graphik ist auf der Ordinate jeweils der optimale Maßnahmenumfang  $m_{opt}$  und auf der Abszisse die Analysevariable  $q_{alt}$  angetragen.



**Bild 2:** Einfluss der bisherigen Erfolgsquote auf die optimale Intensität

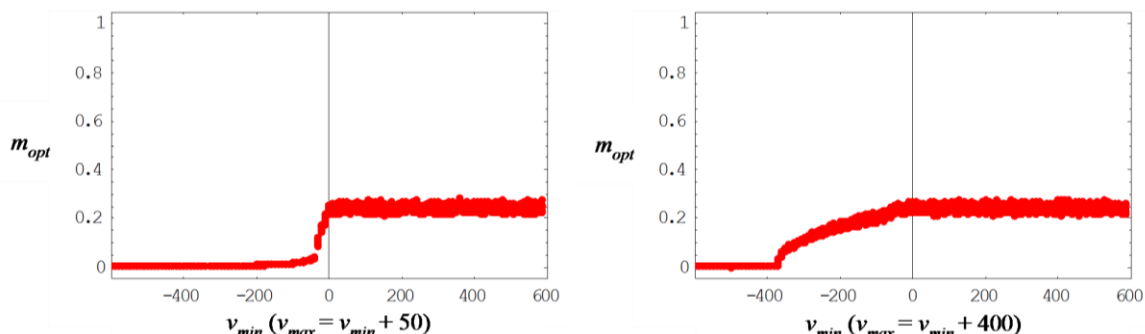
Das Bild verdeutlicht die Wahl des optimalen Umfangs  $m_{opt}$ . Ist die bisherige Erfolgsquote sehr gering (d. h.  $q_{alt} \in [0; 0,05]$ ), so ist von einer Investition in eine Online-KWA abzusehen. Erst mit steigender Erfolgsquote sind Investitionen zu ergreifen. So ist bei einer mittleren und höheren bisherigen Erfolgsquote (d. h.  $q_{alt} \in ]0,05; 0,35]$ ) in eine Online-KWA zu investieren. Ab einer hohen Erfolgsquote von  $q_{alt} \approx 35\%$  verringert sich der optimale Investitionsumfang. Dies lässt sich damit begründen, dass bei einer hohen bisherigen Erfolgsquote auch geringere Investitionen genügen.

<sup>4</sup> Die Begriffe Intensität, Maßnahmenintensität, Einsatzintensität, Detaillierungsgrad und Investitionshöhe werden in den nachfolgenden Ausführungen synonym verwendet.

<sup>5</sup> Die gewählte Parameterkonstellation ist wie folgt:  $w=2$ ,  $vmin = -30$ ,  $vmax = 50$ ,  $Kfix \in [450 \text{ Tsd. €}; 500 \text{ Tsd. €}]$ ,  $kvar \in [2,0 \text{ Mio. €}; 2,1 \text{ Mio. €}]$ ,  $I \in [450 \text{ Tsd.}; 500 \text{ Tsd.}]$ .



Neben der bisherigen Erfolgsquote sind die Kundenwertbeiträge  $v_{min}$  und  $v_{max}$  entscheidend für den optimalen Umfang einer Online-KWA. Dabei hat sowohl die Größe des betrachteten Intervalls  $[v_{min}; v_{max}]$  als auch dessen Lage erhebliche Auswirkungen  $m_{opt}$ . In Bild 3 ist dazu auf der Ordinate jeweils der optimale Maßnahmenumfang  $m_{opt}$  und auf der Abszisse der kleinste Kundenwert  $v_{min}$  sowie die Lage des Kundenwert-Intervalls angetragen.



**Bild 3:** Einfluss des Kundenwertbeitrags-Intervalls auf den optimalen Investitionsumfang<sup>6</sup>

Die Differenz der Grenzen des Kundenwertbeitrags-Intervalls beträgt links lediglich 50€, rechts 400€. Sind sowohl die Kundenwertbeiträge  $v_{min}$  als auch  $v_{max}$  negativ, so ist grundsätzlich auf eine Online-KWA zu verzichten. Erst wenn  $v_{max}$  positiv ist, ist ein ansteigender Umfang einer Online-KWA sinnvoll. Dabei beeinflusst die Größe des Intervalls die Entscheidung, ab welchem minimalen Kundenwertbeitrag  $v_{min}$  eine Investition ökonomisch gerechtfertigt ist. Der Investitionsbeginn erfolgt schon bei umso niedrigeren Werten und der Anstieg der Intensität verläuft umso flacher, je größer das Wertbeitrags-Intervall ist. Für die Praxis bedeutet dies, dass bei einer großen Streuung der Kundenwerte, eine Investition in eine Online-KWA in der Regel ökonomisch sinnvoller ist als bei einer Verteilung der Kundenwertbeiträge, die sich sehr nahe um den Kundenwertbeitrag null verteilen. Befindet sich das Intervall vollständig im Bereich positiver Kundenwertbeiträge (dies gilt, wenn  $v_{min} > 0$ ), so ist in konstanter Höhe in eine Online-KWA zu investieren.

Bevor auf die Investitionsszenarien eingegangen wird, lassen sich für die Parameter  $k_{var}$ ,  $K_{fix}$  und  $I$  (mit  $I = \sum_{t=1}^T n_t / (1+i)^t$ ) auf Basis der mittels Simulation vorgenommenen Sensitivitätsanalyse folgende in Tabelle 1 dargestellten allgemeinen Ergebnisse festhalten.

<b>Parameter <math>k_{var}</math></b>	$\partial ZF_{opt} / \partial k_{var} \leq 0$ sowie $\partial m_{opt} / \partial k_{var} \leq 0$ , d. h. steigt/fällt $k_{var}$ , so fallen/steigen $ZF_{opt}$ und $m_{opt}$
<b>Parameter <math>K_{fix}</math></b>	$\partial ZF_{opt} / \partial K_{fix} \leq 0$ sowie $\partial m_{opt} / \partial K_{fix} \leq 0$ , d. h. steigt/fällt $K_{fix}$ , so fallen/steigen $ZF_{opt}$ und $m_{opt}$
<b>Parameter <math>I</math></b>	$\partial ZF_{opt} / \partial I \geq 0$ sowie $\partial m_{opt} / \partial I \geq 0$ , d. h. steigt/fällt $I$ , so steigen/fallen $ZF_{opt}$ und $m_{opt}$

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für die Parameter  $k_{var}$ ,  $K_{fix}$  und  $I$

Dabei bezeichnet  $m_{opt}$  die optimale Einsatzintensität. Des Weiteren ist der optimale Zielfunktionswert und somit der Ergebnisbeitrag, der mit der optimalen Wahl der KWA-Intensität ( $m_{opt}$ )

<sup>6</sup> In den Beispielen gilt:  $k_{var} \in [1,9 \text{ Mio. €}; 2 \text{ Mio. €}]$ ,  $K_{fix} \in [450 \text{ Tsd. €}; 500 \text{ Tsd. €}]$ ,  $I \in [400 \text{ Tsd.}; 450 \text{ Tsd.}]$ ,  $w \in [1,5; 1,6]$  und  $qalt \in [20\%; 30\%]$ .

erzielt werden kann, mit  $ZF_{opt}$  beschrieben. Demgegenüber ist die Interpretation der bisher noch nicht betrachteten Größen  $w$  (Wirkungsgrad),  $q_{alt}$  (bisher realisierbare Erfolgswahrscheinlichkeit) sowie  $v_{min}$  und  $v_{max}$  (kleinster und größter Kundenwertbeitrag) hinsichtlich der Maßnahmenintensität schwieriger. Zugleich beeinflussen die Parameter in wechselseitiger Abhängigkeit die Modellergebnisse. Es lassen sich insgesamt drei allgemeine Investitionsmuster identifizieren, die nachfolgend – wie auch die Parameterkonstellationen, in welchen sie eintreten<sup>7</sup> – beschrieben sind:

- [I] *[Hohe Investitionen in eine Online-KWA optimal]* Zu hohen Investitionen in eine Online-KWA ist insbesondere dann zu raten, wenn die Kunden sehr unterschiedliche Kundenwertbeiträge aufweisen, so dass bei individualisierter Ansprache auf Kundenwertbeitragsbasis genügend Wert generiert werden kann, um die damit einhergehenden Kosten zu decken. Sind andererseits der Wirkungsgrad  $w$  und die bisherige Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{alt}$  derart ausgeprägt, dass ihr Einfluss auf die neue Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$  maximal ist, zieht dies ebenfalls eine hohe optimale Einsatzintensität der Online-KWA nach sich.
- [II] *[Geringe Investitionen in eine KWA ausreichend]* Ein geringer Detaillierungsgrad der Online-KWA ist zu wählen, wenn ab einer gewissen Höhe der Kundenwertbeiträge keine weitere Verbesserung der Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{neu}(v)$  durch eine zusätzliche Intensivierung der Online-KWA erzielt werden kann. Dies ist in der Regel die Folge eines relativ hohen Wirkungsgrads ( $w > 1,5$ ). Dieser kompensiert gleichzeitig die Wirkung der Intensität, so dass selbst bei einem geringen Detaillierungsgrad der Online-KWA gute Ergebnisse erzielt werden können. Die Ausprägung der Kundenwertbeiträge ist hier nicht ausschlaggebend.
- [III] *[Investition in eine KWA nicht lohnend]* Die optimale Intensität einer Online-KWA beträgt hier null, d. h. man sollte auf eine Online-KWA vollständig verzichten. Zum Eintritt dieses Szenarios kann ein durchschnittlicher Kundenwertbeitrag nahe null bei zugleich sehr geringem Abstand zwischen kleinstem und größtem Kundenwertbeitrag und sowohl geringem Wirkungsgrad  $w$  ( $w < 0,35$ ) als auch geringer Erfolgswahrscheinlichkeit  $q_{alt}$  führen. Die anfallenden Kosten für die Durchführung der Online-KWA übersteigen in diesem Fall den zusätzlich generierbaren Wertbeitrag, weshalb Investitionen in eine Online-KWA ökonomisch nicht sinnvoll sind.

Selbst wenn in der Praxis die Modellanwendung und die damit verbundene Schätzung aller Parameter (bspw. aufgrund hoher Erhebungskosten) nicht durchgeführt wird, können die beschriebenen Sensitivitäten und Investitionsmuster zumindest wichtige Anhaltspunkte hinsichtlich des optimalen Investitionsumfangs in eine Online-KWA geben.

## 5 Zusammenfassung

Durch technologische Fortschritte im Bereich der Datenanalyse im Internet ist es prinzipiell möglich, das Nutzungsverhalten der Kunden für eine gezielte, individualisierte Kundenansprache zu analysieren. Um hierbei diejenigen Kunden zu identifizieren, bei denen die CRM-Maßnahmen aus Unternehmenssicht ökonomisch gerechtfertigt sind, stellt sich die Frage inwieweit auch

<sup>7</sup> Bei den Parametern mit nach oben offenem Definitionsbereich wurden bei der Simulation Obergrenzen festgelegt. Ebenso wurden z. T. realistische Untergrenzen festgelegt, selbst bei nach unten bereits beschränktem Definitionsbereich (z. B. bei der Intervallwahl der Kostenparameter).

online eine KWA erforderlich ist. Im vorliegenden Beitrag wurde deshalb ein einfaches Modell zur ökonomischen Planung einer Online-KWA entwickelt. Auf Basis einer Simulation konnten dabei drei Investitionsszenarien identifiziert werden, die szenariospezifisch (z. B. wie erfolgreich verliefen bisherige Kampagnen? Wie weit streuen die Kundenwertbeiträge der Kunden?) erste praktische Handlungsempfehlungen im Hinblick auf den optimalen Investitionsumfang in eine Online-KWA darstellen. Als kritischer Punkt bei der Operationalisierung des Modells ist insbesondere die Schätzung der enthaltenen Parameter zu nennen. So wird u. a. davon ausgegangen, dass der Wertbeitrag eines Kunden bzw. dessen Änderung als Inputparameter des Modells geschätzt werden kann. Um fehlerbehafteten Schätzungen entgegenzuwirken, können bei der Anwendung statt Einzelwerten Intervalle zugrunde gelegt werden. Weiterführende Untersuchungen der Autoren belegen, dass das Simulationsergebnis für die verwendeten Intervalle stabil ist, selbst wenn die Schätzung der Parameter mit leichten Fehlern behaftet ist. Darüber hinaus besteht weiterer Forschungsbedarf unter anderem darin, die Annahme einer Gleichverteilung der Kundenwertbeiträge entsprechend zu relaxieren und die Untersuchungen auf andere Verteilungen zu erweitern. Trotz der Limitationen und der erheblichen Vereinfachungen im Rahmen der Modellbildung (z. B. Annahmen hinsichtlich der Zusammenhänge im Modell), macht der Beitrag wesentliche Zusammenhänge und Einflussfaktoren bei der ökonomischen Planung einer Online-KWA deutlich. Insgesamt stellt der beschriebene Ansatz damit einen ersten Schritt in diesem relevanten Themenkontext dar und kann so als Basis für tiefergehende Analysen dienen.

## 6 Literatur

- [1] Bauer, HH; Hammerschmidt, M; Donnevert, T (2007): Effektivität und Effizienz im interaktiven Marketing – Die Integration von Kundennutzen- und Kundenwertsegmentierung im Internet. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 77(3):55-81.
- [2] Bertrand, JWM; Fransoo, JC (2002): Modelling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of Operations & Production Management* 22(2):241-264.
- [3] Deepa, R; Hamsaveni, R; Phil, M (2010): Online Customer Value Identification Based On Site Usage Time through Data Mining Analysis. *Global Journal of Computer Science and Technology* 20(2):10-16.
- [4] Doherty, NF; Ellis-Chadwick, F (2010): Internet retailing: the past, the present and the future. *International Journal of Retail & Distribution Management* 38(11/12):943-965.
- [5] Gneiser, MS (2010): Wertorientiertes CRM. Das Zusammenspiel der Triade aus Marketing, Finanzmanagement und IT. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 52(2):95-104.
- [6] Goldsmith, RE (2004): Current and future trends in marketing and their implications for the discipline. *Journal of Marketing Theory and Practice* 12(4):10-17.
- [7] Heidemann, J; Kamprath, N; Görz, Q (2009): Customer Lifetime Value - Entwicklungspfade, Einsatzpotenziale und Herausforderungen. *Journal für Betriebswirtschaft* 59(4):183-199.
- [8] Heinrich, B; Klier, M (2006): Ein Optimierungsansatz für ein fortlaufendes Datenqualitätsmanagement und seine praktische Anwendung bei Kundenkampagnen. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 76(6):559-587.

- [9] Homburg, C; Müller, M; Klarmann, M (2011): When should the customer be king? On the optimum level of salesperson customer orientation in sales encounters. *Journal of Marketing* 75(3):55-74.
- [10] Kimball, R (2010): Kimball University: Extreme Status Tracking For Real Time Customer Analysis. *InformationWeek*. [http://www.informationweek.com/news/software/info\\_management/225700892](http://www.informationweek.com/news/software/info_management/225700892). Abgerufen am 08.09.2010.
- [11] Kimball, R; Merz, R (2000): *The data webhouse toolkit: building the Webenabled data warehouse*. Wiley, New York.
- [12] Krishnaswamy, S; Zaslavsky, A; Loke, SW (2001): Towards Data Mining Services on the Internet with a Multiple Service Provider Model: An XML Based Approach. *Journal of Electronic Commerce Research* 2(3):103-130.
- [13] Kumar, V (2010): A customer lifetime value-based approach to marketing in the multichannel, multimedia retailing environment. *Journal of Interactive Marketing* 24(2):71-85.
- [14] Kumar, V; George, M (2007): Measuring and maximizing customer equity: a critical analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science* 35(2):157-171.
- [15] Mengen, A; Mettler, A (2008): Kundenwertermittlung – wie viel Vertrieb ist uns der Kunde wert? *Controlling & Management* 52(1):30-36.
- [16] Rahm, E (2002): Web usage mining. *Datenbank-Spektrum* 2(2):75-76.
- [17] Reichheld, FF; Scheffer, P (2000): E-loyalty. Your secret weapon on the Web. *Harvard Business Review* 78(4):105-113.
- [18] Rust, RT; Lemon, KN; Zeithaml, VA (2004): Return on marketing: using customer equity to focus marketing strategy. *Journal of Marketing* 68(1):109-127.
- [19] Rygielski, C; Wang, J-C; Yen, DC (2002): Data mining techniques for customer relationship management. *Technology in Society* 24(4):483-502.
- [20] Sackmann, S; Kundisch, D; Ruch, M (2007): *Customer Relationship Management. Einsatz, Potentiale und Hürden in deutschen Unternehmen*, IIG-Bericht Universität Freiburg.
- [21] Spiliopoulou, M (2000): Web usage mining for web site evaluation. *Communications of the ACM* 43(8):127-134.
- [22] Srivastava, J; Cooley, R; Deshpande, M; Tan, P (2000): Web usage mining: discovery and applications of usage patterns from Web data. *SIGKDD Explorations* 1(2):12-23.
- [23] Tusek, J (2006): *Semantic Web: Einführung, Wirtschaftliche Bedeutung, Perspektive*. Vdm Verlag, Saarbrücken.
- [24] von Abrams, K (2011): *Western Europe B2C Ecommerce*. eMarketer.

# **Mining electronic negotiation messages – an exploratory evaluation and first steps**

**Michael Körner**

Universität Hohenheim, Institut für Interorganisational Management & Performance,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I, 70593 Stuttgart,  
E-Mail: michael.koerner@wi1.uni-hohenheim.de

**Mareike Schoop**

Universität Hohenheim, Institut für Interorganisational Management & Performance,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I, 70593 Stuttgart,  
E-Mail: schoop@wi1.uni-hohenheim.de

## **Abstract**

Analysing negotiation communication in an electronic setting is a challenging task. During recent years, many researchers have tried to explain the differences between successful and failed negotiation applying a great variety of approaches, ranging from linguistic analyses over phase identification to psychological analyses of the discourse during a negotiation. The aim of this paper is to provide the foundation to analyse negotiation communication with a machine learning approach. To this end, a review of existing and related research is given, the applicability of machine learning techniques on electronic negotiations is discussed and, in a first step of the process, different methods of feature selection are reviewed to find the most applicable technique in the setting given.

## **1 Introduction**

Among the various fields of electronic negotiation research, the analysis of communication between the negotiators is one of the most important and also multifaceted ones. In electronic negotiations, the medium used to communicate imposes several natural restrictions on the negotiators, e.g. they are not able to see or hear each other, there are no non-verbal cues as the negotiators are restricted to textual communication only. It is often argued that this leads to an oversimplification of the negotiation process – which is most of the time considered as one of the major drawbacks of electronic negotiation [23].

However, from a researchers' point of view this restriction has an interesting effect: The whole communication between the negotiators can now be easily recorded, without having to pay attention to gestures or mimics etc. which are more difficult to document. Especially in textual negotiations via an electronic negotiation support system (NSS) – which is the kind of negotiation process this proposal focuses on – it is quite easy to monitor the communication

process between the negotiators. Apart from the fact that the negotiators' perception of negotiation messages can't be recorded that easily, there are still traces of the reaction in the reply of a negotiator to a message. This can provide researchers with valuable insights into what constitutes "good" negotiation communication and how to detect arising conflicts at an early stage of the negotiation – for example with the intention to intervene at a certain point to prevent negotiations from escalating, and thus providing proactive support, e.g. as a component of an NSS.

Furthermore, there exist further advantages of asynchronous electronic negotiation. Friedman and Currall [12] outline several advantages of E-Mail-Communication versus face-to-face discussions – these differences are taken up and applied to electronic negotiation communication by Pesendorfer and Köszegi. [21]: According to Friedman and Currall, the two main advantages are *reviseability* and *reviewability*. While reviewability describes the possibility to read a communication partners' statement as often as required (and thus decreasing the likelihood of misunderstandings), reviseability is the opportunity to revise one's own statements and messages before sending (and thus generating well-considered messages).

In a more general way, this discussion is also reflected in the main theoretical perspectives on online interpersonal communication, especially regarding the joint fulfilment of a task. From the perspective of the *cues-filtered-out* model [5], the impersonality of a computer-mediated interaction would make a consensus in a joint decision making situation less likely. Media Richness Theory [6] follows a similar path of argumentation, by judging textual messages as a rather inefficient medium for a complex task such as electronic negotiations and thus classifies this medium to be inappropriate. Walther et al. argue that computer-mediated communication can be as capable as a face-to-face interaction since the nonverbal cues that are lost when communicating e.g. via e-mail are replaced by a greater focus, interaction partners set on the cues that are left (such as the textual content of the message, the use of emoticons or the timestamp of a message). Thus, it is possible that a relationship between interaction partners (which is seen as a crucial element of successful joint fulfilment of a task) is developed which is comparable to a face-to-face setting – although it is argued that this development takes more time. This point of view is – similarly to the aforementioned one – known as the *cues-filtered-in* model. [35]

This paper outlines the idea of using methods of machine learning on a corpus of messages exchanged in electronic negotiations to further understand communicational aspects of this kind of discourse. It thus follows the approach presented above, that social cues are still conserved in the interaction data of an electronic negotiation. The idea is to be able to identify influencing factors of successful und unsuccessful negotiation, and to use them to create a prediction scheme which can be applied to ongoing negotiations. First, a brief overview over related and similar fields in this context is given, also presenting some results with similar goals, while afterwards the general problem that this paper addresses is described. The applicability of machine learning on electronic negotiations is reviewed and the first steps of analysis, namely data preparation and feature selection are presented. The data used for the approach consists of several hundred bilateral electronic negotiations that were conducted during different experiments in recent years at the University of Hohenheim. According to the specific characteristics of this data and the task given, a scheme will be

developed to evaluate the applicability of different feature selection measurements. Finally, leading questions and ideas will be formulated and an outline of the further research steps is given.

## **2 A review on existing methods and findings in analysing negotiation communication**

### **2.1 Linguistic Approaches**

Communication in electronic negotiation has already been analysed from various different points of view. Often, communication is (obviously) studied with traditional, linguistic approaches. Sokolova et al. ([30] and subsequent publications) have contributed considerably to this idea over the past ten years. Their approach (as described for example in [28]) is to construct a corpus from experimental data of electronic negotiations (for the construction of linguistic corpora, see for example [8]). The corpus is analysed afterwards by methods such as n-gram analysis techniques [28], and, in later publications, machine learning techniques are applied to extract strategies from the negotiation texts [29]. Note that the current paper and the proposed future research in chapter 5 are strongly related to their work, with the main difference being that Sokolova et al. apply a domain-specific scheme to represent the negotiation data (see [26] and [27]) while this paper explores the applicability of general methods of feature selection.

### **2.2 Artificial Intelligence Approaches**

The idea to use more complex approaches to analyse negotiation communication is not a new one. Sidelines of the artificial intelligence field have already been applied to predict single negotiation steps or even outcomes of a negotiation. An example for this is provided in [31], applying Markov chain analysis to negotiation fragments. First, a coding process is applied to single negotiation utterances to determine whether they are integrative or distributive. Afterwards, first-order and second-order Markov models are used to analyse reciprocity in communicative behaviour, i.e. to what extent integrative behaviour is reciprocated by integrative behaviour and vice versa.

### **2.3 Findings in the context**

Influencing factors for successful negotiations on the level of communication have been the subject of previous studies. Some of the findings in this context, which may be particularly interesting for the presented approach, are summarised below.

#### *The influence of emotions on negotiations:*

One of the main influencing factors that are expressed in the negotiation communication itself are the emotions communicated. Especially in face-to-face negotiation, much scientific work has been conducted in this context, trying to find out how exactly which kind of emotions influences which of the outcome variables of a negotiation:

On effectiveness for example Brett and Olekalns [3] found that negotiations where negative emotions were communicated were less likely to succeed. Also, more generally, this occurred when a partner was threatened with loss of face. Friedman et al. [11] argued that expressions of anger trigger the same reaction by the counterpart ("reciprocity of emotions") and thus make settlements less likely.

Similarly, especially negative emotions are also influencing efficiency of a negotiation and, more generally speaking, the collaborative execution of tasks. Several studies exist that analyse this influence (e.g. [18], [2]) by using designs where negotiators were manipulated to express specific emotions – positive or negative – or to perceive their partner as competitive and aggressive. Li and Roloff [18] found that whilst negotiators in a positive setting tend to get higher joint outcomes, negotiators applying negative emotions receive a better outcome on the individual level. This was also reflected in a higher level of satisfaction with the outcome in negative dyads. However, the positive or negative effect of emotions on negotiations is a complex topic, which is highly context-dependant. It is also argued that negotiators showing positive emotions reach higher joint and individual gains, since showing happiness shows motivation and enables creativity to find solutions fitting best on individual and joint level (e.g. [34]).

*Communication quality and negotiation outcomes:*

Weigand et al. [36] employ a view of negotiation particularly regarding the communicative nature and thus the importance of communication quality (especially [24]) during the negotiation process. It is seen as crucial for a negotiation to be successful to show “good” communication quality, which can be decomposed into several parts: The development of a mutual understanding, structuring of the negotiation, coherence (i.e. taking up each other’s arguments), transparency and trust-building between negotiators. In this context, Duckek [7] applied methods of content analysis (detailed explanation e.g. in [32]) to negotiation experiment data and compared the results with those of an ex-post questionnaire of the experiment. One of the findings was that the aforementioned mutual understanding between negotiators is an influencing factor on the success or failure of a negotiation. ([7], p. 171).

*Other influencing communication factors:*

Throughout the negotiation literature and its related fields (i.e. social psychology, linguistics etc.), there are other findings which are grouped together in an incomprehensive list in this section:

According to Swaab et al. [33], negotiation outcomes can be directly influenced by a negotiator simply by mimicking the language of the counterpart and acting in a similar way. The experimental findings show that, when performed at an early stage of the negotiation, mimicking the partner can increase individual outcome of a negotiator. However, when excessively performed in the later stages of the negotiation, it has the opposite effect.

Concerning efficiency, Adair and Brett [1] argue that negotiations having had an exchange of priority information and affective persuasion at an early stage, negotiation outcomes tend to be better in terms of joint outcomes and the exploitation of integrative potentials.

Taken together, these findings and the approaches mentioned in 2.1. and 2.2. indicate that it could be possible to detect evidence for the further development of a negotiation at an early stage using methods of machine learning (specifically text categorisation) to 1) find more specific patterns of success or failure of a negotiation and 2) apply these patterns to train a machine learning classifier, who can be able to predict the direction into which an ongoing negotiation may develop. This problem itself will be further defined in the following chapter.



### 3 Electronic negotiations as a Text Categorisation problem

#### 3.1 A brief overview on Text Categorisation

During the past twenty years, a subfield of Data Mining has gained increasing attention: Text Mining. Especially since the striking success of the Internet during the mid-90s – and even more, the emergence of the Web 2.0 – huge amounts of unstructured or semi-structured content are generated every day. To find *interesting regularities* in this data (and textual data in general) is considered to be the core task Text Mining. From this definition it becomes clear that it is necessary to define what exactly “interesting” means, which is highly dependent on the task a researcher wants to perform.

Since it gained popularity in the 1990s, Text Mining has developed a variety of subfields, most of which are highly interconnected. From a Text Mining perspective, Text Categorisation (sometimes referred to as Text Classification or Document Classification) is among those subfields. Its main task is to assign categories to documents, depending on the textual content of these documents. These categories are usually specified in advance, so in most cases, text categorisation can be referred to as a *supervised* approach. To fulfil this categorisation task, it heavily draws on methods from related fields, such as *information retrieval*, *computational linguistics* or *machine learning* [8].

#### 3.2 Electronic negotiations as a text categorisation task

According to Manning et al. [20], a text classification problem typically involves several elements: A document space  $\mathbb{X}$  consisting of all available documents (i.e. negotiation messages) and a set of classes  $\mathbb{C}$  consisting of the possible classes, the messages can be mapped to. In the case of negotiation messages this is defined simply as:  $\mathbb{C} = \{\text{accept}, \text{reject}\}$  since on the most abstract level, we only have to predict the final negotiation outcome from the message. In terms of text categorisation, it can be considered as a binary classification task yielding a positive result if a message is classified as an indicator of a successful negotiation and a negative result for unsuccessful negotiations.

In our setting, we use two main simplifications to make the task accessible for a preliminary investigation: First, we introduce the assumption that the messages of a single negotiation are not related to each other. This enables us to increase our document space significantly, which is – as already stated – defined at the negotiation message level, not at the negotiation as a whole. Furthermore, we simplify the problem by assuming that a negotiation can either be successful or not, but not “partially” successful, so the categorisation problem is reduced to a *hard categorisation* task, in which each document is assigned to a single class, instead of returning a list of probabilities of document membership for the classes [25].

The method which decides to which class a document or a document subset belongs is called the *classification function*  $\gamma$ , or simply the *classifier* – typically, the goal of a machine learning algorithm is to determine such a classifier, which is defined as  $\gamma : \mathbb{X} \rightarrow \mathbb{C}$ . It is now possible to apply different learning methods, e.g. Naïve Bayes (a detailed description can be obtained in [17]), which are used on a subset of the documents, i.e. the training data, to estimate the classification function. Subsequently, the trained classifier is applied to test data (where the outcome is known) to obtain information about its performance, e.g. precision (i.e. percentage of negotiations classified as successful that are really successful) and recall (i.e. percentage of successful negotiations that are classified as successful) of the classifier

(see [19]). It is important to keep the characteristics of the categorisation task in mind when deciding on quality metrics for classifiers, especially regarding precision and recall [9]. In our case, it is especially undesirable to classify negotiation messages belonging to failed negotiations as successful (see chapter 5). Therefore, in this situation precision is preferred over recall as a quality measurement.

## 4 Feature Selection as a preparative step for text mining

One of the biggest challenges in classifying text is the large dimensionality of the data. Typically (e.g. in a bag-of-words model), textual data for classification is represented as a vector, with each dimension representing the frequency of a term in the document. Due to the large vocabularies in typical corpora, this leads to a dimensionality that poses a challenge to most common machine learning classifiers.[14] Therefore, machine learning research has developed a variety of strategies to overcome this ‘curse of dimensionality’, which are usually subsumed under the term feature selection. Its aim is to select the most characteristic features of the different classes of documents, and thus increasing not only efficiency of machine learning predictors but also precision and recall [25].

### 4.1 Data transformation as a pre-processing step for feature selection

In order to apply feature selection to data sets of natural communication, the communication data has to be prepared intensively first. Natural language (in our case in written form) is characteristically very noisy data, due to spelling errors, interjections etc., so this has to be taken into account as well. A simple, but quite effective method to remove misspellings is to prune words occurring infrequently. This threshold is usually not set higher than two, to avoid negative effects on precision of the classification. [10]

Finally, to prepare the data for the text categorisation steps, linguistic pre-processing techniques can be applied to reduce the dimensionality of the data. Typically, these steps involve the removal of stop words, stemming and lemmatisation. [8] This kind of pre-processing originates from Information Retrieval, where it is used e.g. to simplify search queries. However, the results of these techniques in text categorisation are mixed, since this reduction of features comes with the price of a loss of information on the documents and therefore can affect the precision of a classifier, especially in situations where n-grams of common words provide important semantic information. (see also [14], p. 1165 for similar argumentation).

### 4.2 An overview on different types of feature selection methods

Feature selection techniques typically are distinguished into three classes, according to the way they are applied in a classification task:

#### *Filtering methods:*

A filtering point of view is the most distinguished one, because feature selection is seen as a task not related to the classification technique applied. A filtering method applies a scoring technique to all units occurring in the document collection (which can be words, sentences, n-grams, etc.) and filters out those units which achieve the lowest score in being characteristic for a class (or, respectively selects the k features with the highest scores). Common scoring methods are for example Document Frequency, Mutual Information,

Information Gain, Term Strength and the  $\chi^2$ -Statistic.[37] The discussion of a selection of these methods and their usefulness for the task of classifying electronic negotiation data is the main focus of chapter 4.4.

#### *Wrapper methods:*

Wrapper models perform feature selection by defining all possible subset of features that can be used as a search space. Then, typical Artificial Intelligence search algorithms (such as hill-climbing, simulated annealing, genetic algorithms, etc.) are applied to find the most useful subset of features. The particular interesting clue of a wrapper method is that the subsets are evaluated by their scores on the same classifier that is used afterwards. Hence, the quality of the wrapper method is determined by three influencing factors: The search algorithm, the classifier used for evaluation, and the way the classifier's performance is measured [14]. In tasks where non-textual data is analysed, wrapper methods are found to perform quite well. [9] Concerning text categorisation, applying a wrapper model poses a challenge in computational complexity, since the search problem is known to be NP-Hard [14], and it is thus extremely expensive to apply these methods, since they are not designed to be used on too many features – which is also the reason why they will not be taken into account any further in this paper.

#### *Embedded methods:*

Embedded methods are not actually feature selection methods themselves. Rather, they refer to a specific type of classifier which performs the feature selection in an implicit way during the training phase. An example which is known for its good performance on text categorisation tasks is the Support Vector Machine (SVM) [4]. Nevertheless, depending on the characteristics of the data, they can be combined with preparative filtering of features to further increase their performance [13]. But since they are not inherently techniques to select features, the evaluation will focus on the filtering methods. Note that since embedded methods have been proven to work efficiently on text categorisation problems, they will be taken into account for the classification task itself.

### **4.3 Criteria imposed by the task itself and the data present**

This part is to discuss different methods of feature selection, especially taking into account their applicability on electronic negotiations. Factors included in this evaluation are:

- **Noise sensitivity:** The negotiations, as already mentioned in chapter 4.1 consist of very noisy data. Even after spell-checking and standard cleaning methods, this noise can bias the result of the feature selection. Therefore, an appropriate method should be as insensitive to noise as possible.
- **Effect on quality metrics:** Since negotiating a multiattribute agenda is a complex and multi-faceted task, we expect the decision whether a negotiation is successful or not to depend on a comparably high number of different features. Therefore, a preferred method has to have a positive impact on quality metrics, even if a large feature subset is selected from our data.

- **Class Skew:** Often in binary text categorisation, problems occur if the classes to be evaluated are imbalanced. A classifier can be biased by this imbalance, and simply classify every document into the class with the higher amount of documents, leading to high classification accuracy but of course not to desired results. Our data consists of 4162 messages from successful negotiations and 1060 messages from unsuccessful negotiations, resulting in a skew of approx. 1:4, which is acceptable, but nevertheless should be taken into account as a criterion.
- **Computational complexity:** Since typically, text categorisation problems involve high-dimensional data, a feature selection must be capable to produce an output of selected features within an appropriate timeframe. Therefore, methods of high computational complexity will be ruled out by the scheme

#### 4.4 Discussion of selected methods

	Noise sensitivity	Effect on quality metrics	Sensitivity to class skew	Computational complexity
Document Frequency	Good, if noise terms happen to be rare terms [37]	Surprisingly accurate, contradicting the assumption that rare terms carry significant information in TC (until up to 90% term removal) [37] But performing bad up to 1000 features selected [9]	Pays attention only on the positive features, not on negative features. Therefore, skew bias to be expected.	Linear in document space [37]
Information Gain	-	Peaking at ~2000 features (F-Measure) [37]	Bias towards positive features [39], but: best performance under low-skew conditions [9]	Linear in Vocabulary space (for binary classification tasks) [37]
X <sup>2</sup> Statistic	“Known to not be reliable for low frequency terms” [37]	Highest effect between 100 and 1000 features [20] (multinomial representation) Peak at ~2000 features (F-Measure) [37] Generally outperforming other metrics [37], especially in combination models [22]	Strong bias towards positive features [39]	Quadratic [37]
Odds Ratio	-	Comparable performance to X <sup>2</sup> and IG, though slightly lower [9] outperformed by X <sup>2</sup> and IG [39]	One-sided metric, performance lower due to disregard of negative features [39]	Quadratic

**Table 1: Feature Selection methods aligned with criteria**

Out of the filtering methods commonly known and applied to text categorisation settings, four were investigated on their usefulness for the negotiation data – the information shown in table 1 are taken from different comparative studies on feature selection ([9],[37]).

Interestingly, most studies only mention data noise as an influencing effect as a side note or not at all. The general opinion is that most of the noise can be removed, when rare terms are removed as mentioned in chapter 4.1. This is to some extent contradictory to the general

assumption that rare terms carry relatively much information, but has been shown to work surprisingly efficient in text categorisation tasks [37]. However, information obtained from the studies that exist states that particularly document frequency and the  $X^2$ -statistic can be negatively influenced by terms that occur rarely in the document – an effect that of course can be smoothened by applying the reduction by term frequency mentioned above.

Concerning the general performance of the techniques (or, respectively the performance of a classifier when the feature selection method is applied), it is reported that all of the methods mentioned show a decrease when more than 2000 features are selected. (Macro-averaged F-Measure) [9]. Especially IG and  $X^2$  have been shown to be good performers when the precision of the classifier is the crucial measure. It is also the common opinion of the main studies reviewed that  $X^2$  tends to be the strongest performer of the given methods ([9],[37]), with classifiers still performing highly accurate in settings where up to 90% of the features are removed. [22] Interestingly, Yang and Pedersen [37] also report a correlation between Document Frequency, Information Gain and  $X^2$ , which to an extent explains their similar behaviour considering performance.

For the skew analysis, basically two things can be taken into account: Firstly the effects on performance [9], and secondly the inner workings of the method used, especially if the methods pay attention not only to positive features (indicating membership to a category) but also to negative features (indicating explicitly that a term is not relevant for a class) [39]. The findings of Forman [9] show that in a low-skew situation (which is present here), Information Gain tends to outperform the other metrics. These results are in line with the argumentation of Zheng et al. [39], pointing out  $X^2$  and IG as two-sided metrics which also pay attention to negative features – although being biased towards positive features. Since this bias is reported to be stronger for IG than for  $X^2$ , these findings appear consistent.

Lastly, the criterion of computational cost shows, that all of the selected methods are of manageable complexity, with DF being linear in the document space as the presumably cheapest method.

In conclusion, especially  $X^2$  and IG seem to be the most promising feature scoring metrics from an argumentative point of view, because of their suspected low bias when noise is filtered out before applying the scores, because they tend to outperform the other presented scoring methods, especially in low-skewed situations, because they regard positive as well as negative features, and because the computational complexity of applying them is manageable.

Note that a comprehensive evaluation of these techniques is rather difficult because of the large amount of parameters that can be changed, regarding the data set used for the comparative studies, preparation steps applied (spelling correction, stemming, lemmatization, stop word removal, removal of infrequent words,...) data representation (binary, word count, frequencies, normalized frequencies, uni-grams vs. n-grams,...), amount of features selected, quality metrics for evaluation and the classifier used to determine the effect of the selection method.

## 5 Outlook: Future research

The paper discusses the possibility to apply text mining and, specifically, text categorisation on negotiation message data and presents these different fields. Also, first steps of the approach were conducted, by reviewing different feature selection methods, as presented in chapter 4. Clearly, future work on this topic is needed since it is a very promising approach to understand comprising elements of negotiation communication further and, especially, to distinguish “good” communication from “bad” communication. This is not only interesting on a semantic level, it may also be used to create a method for an early detection of potentially unsuccessful negotiations.

Therefore, in future steps, a classifier has to be trained on the features created and it has to be checked, how different classifiers behave when confronted with the negotiation data. If negotiation classification would work with a satisfying quality, the potential of an application of a classifier at early stages of a negotiation process can be tested, with the final goal being to create a method that proactively supports negotiation communication – so that it would be possible for a negotiation support system to intervene at an early stage, if the negotiation is likely to fail, thus leading to more successful negotiations resulting in higher agreement rates.

Also, in the case that classifiers will not provide satisfying results, there is still potential in the idea proposed: One could drop the assumption made in chapter 3.2, defining the problem as a hard categorisation task. According to Sebastiani [25], in such a task a human expert should make the final decision on the class to which a document belongs. In an ongoing negotiation, this step could be done by a mediator, who interprets the output of the system. Also, it would be possible to define a threshold for the resulting probabilities. If for example this threshold on the probability of failure is exceeded, the negotiation support system could ask the negotiators whether support (e.g. mediation) is required.

## 6 References

- [1] Adair, WL; Brett, JM (2005): The Negotiation Dance: Time, Culture and Behavioral Sequences in Negotiation. *Organization Science* 16(1): 33-51.
- [2] Allred, KG; Mallozzi, JS; Matsui, F; Raia, CP (1997): The Influence of Anger and Compassion on Negotiation Performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 70(3): 175-187.
- [3] Brett, JM; Olekalns, M; Friedman, R; Goates, N; Anderson, C; Lisco CC (2007): Sticks and Stones: Language, Face, And Online Dispute Resolution. *Academy of Management Journal* 50(1): 85-99.
- [4] Cortes, C; Vapnik, V (1995): Support-Vector Networks. *Machine Learning* 20(3): 273-297.
- [5] Culnan, M; Markus ML (1987): Information Technologies. In: Jablin, FM; Putnam, LL; Roberts, KH; Porter, LW (Eds.), *Handbook of organizational communication: An interdisciplinary perspective*.
- [6] Daft, RL; Lengel, RH; Trevino, LK (1987): Message equivocality, media selection and manager performance: Implications for information systems. *MIS Quarterly* 11(3): 355-368.
- [7] Duckek, K (2009): Ökonomische Relevanz von Kommunikationsqualität in elektronischen Verhandlungen. Gabler, Wiesbaden.

- [8] Feldman, R; Sanger, J (2007): The text mining handbook: Advanced approaches in analyzing unstructured data. Cambridge University Press, New York.
- [9] Forman, G (2003): An Extensive Empirical Study of Feature Selection Metrics for Text Classification. *Journal of Machine Learning Research* 3: 1289-1305.
- [10] Forman, G (2007): Feature Selection for Text Classification. In: Liu, H; Motoda, H (Eds.), *Computational Methods of Feature Selection*. Chapman & Hall, London.
- [11] Friedman, RA; Anderson, C; Brett, J; Olekalns, M; Goates, N; Lisco, CC (2004): The Positive and Negative Effects of Anger on Dispute Resolution: Evidence From Electronically Mediated Disputes. *Journal of Applied Psychology* 89(2): 369-376.
- [12] Friedman, RA; Currall, SC (2003): Conflict Escalation: Dispute Exacerbating Elements of E-Mail Communication. *Human Relations* 56(11): 1325-1347.
- [13] Gabrilovich, E; Markovitch, S (2004): Text Categorisation with Many Redundant Features: Using Aggressive Feature Selection to Make SVMs Competitive with C4.5. In: Greiner, R; Schuurmans, D (Eds.), *Proceedings of the 21<sup>st</sup> international conference on Machine learning*, Banff, Alberta.
- [14] Guyon, I; Elisseeff, A (2003): An Introduction to Variable and Feature Selection. *Journal of Machine Learning Research* 3: 1157-1182.
- [15] Kersten, G; Noronha, S (1999): WWW-based Negotiation Support: Design, Implementation and Use. *Decision Support Systems* 25(2): 135-154.
- [16] Kersten, G; Zhang, G (2003): Mining Inspire Data for the Determinants of Successful Internet Negotiations. *Central European Journal of Operational Research* 11(3): 297-316.
- [17] Lewis, DD (1998): Naïve (Bayes) at forty: The independence assumption in Information Retrieval. In: Nédellec, C; Rouveirol, C (Eds.), *Proceedings of the 10<sup>th</sup> European Conference on Machine Learning*, Chemnitz.
- [18] Li, S; Roloff, M (2004): Strategic Negative Emotion in Negotiation. In: *Proceedings of the 17th Annual Conference of The international Association for Conflict Management*, Pittsburgh.
- [19] Makhoul, J; Kubala, F; Schwartz, R; Weischedel, R (1999) Performance Measures for Information Extraction. *Proceedings of the DARPA Broadcast News Workshop*.
- [20] Manning, C; Raghavan, P; Schütze, H (2008) Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, Cambridge.
- [21] Pesendorfer, E; Köszegi ST (2006): Hot Versus Cool Behavioural Styles in Electronic Negotiations: The Impact of Communication Mode. *Group Decision and Negotiation Journal* 15(2): 141-155.
- [22] Rogati, M; Yang, Y (2002): High performing Feature Selection for Text Classification. *Proceedings of CIKM*, McLean, Virginia.
- [23] Schoop, M, (2010): Support of Complex Electronic Negotiations. In: Kilgour, D.M., Eden, C (Eds.), *Handbook Of Group Decision And Negotiation*. Springer, New York.
- [24] Schoop, M; Köhne, F; Ostertag, K (2010): Communication Quality in Business Negotiations. *Group Decision and Negotiation Journal* 19(2): 193-208.

- [25] Sebastiani, F; (2002): Machine Learning in Automated Text Categorisation. *ACM Computing Surveys* 34(1): 1-47.
- [26] Shah, M; Sokolova, M; Szpakowicz, S (2004): The Role of Domain-Specific Knowledge in Classifying the Language of E-negotiations. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> IEEE International Conference on Networks*, Singapore, 99-108.
- [27] Sokolova, M; Nastase, V; Shah, M; Szpakowicz, S (2006): Feature Selection in Electronic Negotiation Texts. In: Kumar, R; Banda, J (Eds.). *E-Negotiation – An Introduction* Icfai University Press, Hyderabad.
- [28] Sokolova, M; Shah, M; Szpakowicz, S (2006): Comparative Analysis of Text Data in Successful Face-to-Face and Electronic Negotiations. *Group Decision and Negotiation Journal* 15(2): 127-140.
- [29] Sokolova, M; Szpakowicz, S (2007): Strategies and language trends in learning success and failure of negotiation. *Group Decision and Negotiation Journal* 16(2): 469-484.
- [30] Sokolova, M; Szpakowicz, S; Nastase, V (2004): Using Language to Determine Success in Negotiations: A Preliminary Study. In: *Proceedings of the 17th Canadian Conference on Artificial Intelligence*, London, Ontario.
- [31] Smith, PL; Olekalns, M; Weingart, LR (2005): Markov Chain Models of Communication Processes in Negotiation. *International Negotiation* 10(1): 97-114.
- [32] Srnka, K; Köszegi, ST (2007): From Words to Numbers: How to transform qualitative data into meaningful quantitative results – Guidelines and exemplary study. *Schmalenbach Business Review* 59: 29-57.
- [33] Swaab, R; Maddux, W; Sinaceur, M (2011): Early Words that Work: When and how Virtual Linguistic Mimicry Facilitates Negotiation Outcomes. *Journal of Experimental Social Psychology* 47(3): 381-397.
- [34] Van der Wijst, P; van Papendrecht, L; Snaterse, T & Matse, S (2011): You are doing great! The Interpersonal Effect of Positive emotions in Integrative Bargaining. *IACM 24<sup>th</sup> Annual Conference Paper*, Istanbul.
- [35] Walther, JB; Parks, MR (2002): Cues Filtered Out, Cues Filtered in. Computer-Mediated Communication and Relationships. In: Knapp, ML; Daly, JA (Eds.). *Handbook of Interpersonal Communication*, SAGE, London.
- [36] Weigand, H; Schoop, M; de Moor, A; Dignum, F (2003): B2B Negotiation Support: The need for a communication perspective. *Group Decision and Negotiation Journal* 12(1):3-29.
- [37] Yang, Y; Pedersen, J (1997): A comparative study on feature selection in text categorisation. *Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Machine Learning*. Nashville.
- [38] Zhao, Z; Morstatter, F; Sharma, S; Alelyani, S; Anand, A; Liu, H (2010): Advancing Feature Selection Research – ASU Feature Selection Repository. <http://www.public.asu.edu/~huanliu/papers/tr-10-007.pdf>. Accessed 31.08.2011.
- [39] Zheng, Z; Wu, X; Srihari, R (2004): Feature selection for text categorization on imbalanced data. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter* 6(1): 80-89.



# **Quo vadis elektronische Rechnung? – Forschungsstand, -lücken, -fragen und -potenziale**

**Angelica Cuylen, Lubov Kosch, Michael H. Breitner**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik, 30167 Hannover,  
E-Mail: {cuylen} {kosch} {breitner}@iwi.uni-hannover.de

## **Abstract**

Die elektronische Rechnungsverarbeitung gewinnt in Europas Unternehmen, staatlichen Verwaltungen und Organisationen an Bedeutung. Die internen Geschäftsprozesse und die Prozesse unter Geschäftspartnern ändern sich signifikant. Die elektronische Rechnungsverarbeitung besitzt enorme Einsparpotenziale in Milliardenhöhe: trotzdem ist der Anteil elektronisch versendeter B2B oder B2G Rechnungen in Summe in vielen Staaten Europas vergleichsweise gering. Dieser Aufsatz hat das Ziel, den aktuellen Stand der Forschung im Umfeld der elektronischen Rechnungsverarbeitung zu analysieren. Die Ergebnisse und Erkenntnisse zeigen, dass die Forschung diverse Themen und Fragen untersucht, allerdings existieren bisher aber weder eine einheitliche und integrative Sicht, noch befriedigende Theorien, Modelle oder Handlungsempfehlungen für Europa.

## **1 Einleitung**

Die Digitalisierung gilt als Schlüsselfaktor für ein Wirtschaftswachstum. Unternehmen setzen verstärkt Informationssysteme (IS) ein, um den Geschäftsverkehr mit anderen Unternehmen effizienter zu gestalten. So strebt auch die Politik danach, die Vorteile einer digitalen Gesellschaft zu nutzen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Union (EU) zu fördern. Ein Bestandteil der Strategie „Europa 2020“ [37], in der „der Nutzung aller wirtschaftlichen und sozialen Vorteile einer digitalen Gesellschaft ein maßgeblicher Stellenwert eingeräumt wird“, ist die Leitinitiative „Eine digitale Agenda für Europa“ [7]. Im Rahmen dieser Leitinitiative nimmt die elektronische Rechnungsverarbeitung einen besonderen Stellenwert ein. Die Rechnung ist das Kernelement des Mehrwertsteuersystems in Europa [6];[15]. Nur auf ihrer Grundlage kann das leistungsempfangende Unternehmen einen Vorsteuerabzug vornehmen [2];[6];[15]. Die EU Kommission hat sich das Ziel gesetzt, die elektronische Rechnungsstellung als die vorherrschende Fakturierungsmethode bis zum Jahr 2020 zu etablieren. Neben Rechtssicherheit sollen eindeutige technische Rahmenbedingungen existieren, die eine Masseneinführung der elektronischen Rechnungsverarbeitung erleichtern. Die EU Kommission möchte die Entwicklung offener Lösungen fördern, wobei die Basis ein gemeinsamer Standard sein soll [7].

Bereits Ende der 1960er Jahre erkannten die Unternehmen den strategischen Vorteil des elektronischen Datenaustausches (EDI) von Geschäftsdokumenten wie Bestellungen, Rechnungen, Gutschriften und Zahlungen. Dieser medienbruchlose und automatisierte Austausch von strukturierten elektronischen Geschäftsdaten zwischen den IS der Geschäftspartner, reduziert signifikant die Kosten und führt zu einer fehlerreduzierten und effizienteren Weiterverarbeitung der Daten [35]. Dieser Austausch ist aber nicht nur effizient, sondern auch aufwändig und bedarf eines hohen Abstimmungsaufwandes zwischen den Geschäftspartnern [32]. Folglich ist eine rentable Nutzung dieses Verfahrens nur bei einem ausreichend hohen Transaktionsvolumen gegeben und zwischen Geschäftspartnern mit einer mittel- bis langfristigen Geschäftsbeziehung [10];[42]. Mittlerweile haben sich als Alternative zu dem traditionellen EDI-Verfahren diverse Lösungsangebote für die elektronische Rechnungsverarbeitung auf dem Markt etabliert [42]. Trotzdem hat sich die elektronische Rechnungsverarbeitung europaweit weder im gewünschten noch im erwarteten Ausmaß verbreitet. Unter elektronischer Rechnungsverarbeitung wird in diesem Aufsatz sowohl der Austausch und die Verarbeitung von elektronischen Rechnungen zwischen Unternehmen – Business-to-Business (B2B) Rechnungen – als auch zwischen Unternehmen und staatlicher Verwaltung – Business-to-Government (B2G) Rechnungen – verstanden. Der Austausch kann auch im EDI-Verfahren erfolgen. Ferner wird die elektronische Gutschrift darunter subsummiert, d. h. es rechnet nicht das leistende Unternehmen ab, sondern das leistungsempfangende Unternehmen. Ziel dieses Aufsatzes ist die Beantwortung der folgenden Forschungsfragen mithilfe einer strukturierten Literaturrecherche, -analyse und -bewertung:

FF1: Welcher Stand der Forschung lässt sich auf dem Forschungsgebiet der elektronischen Rechnungsverarbeitung feststellen?

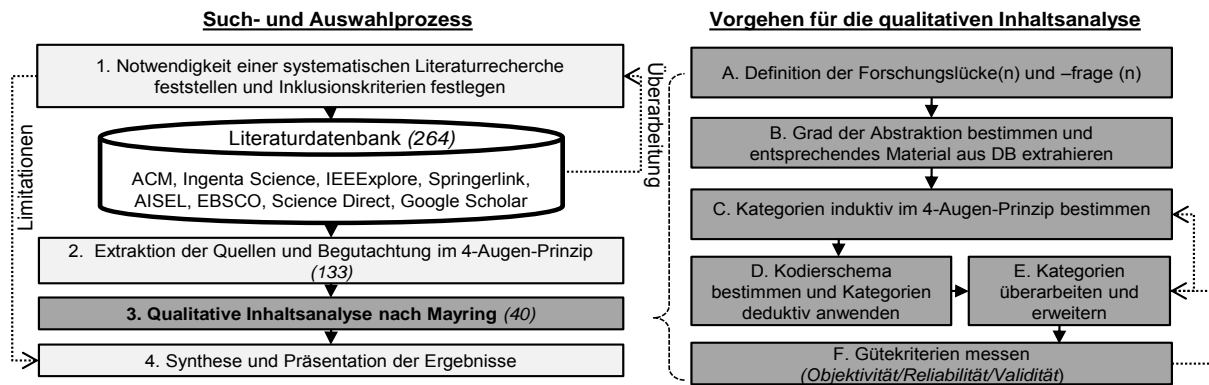
FF2: Welche Probleme und Lösungsansätze werden im Detail diskutiert?

In Abschnitt 2 wird die Methodik der durchgeführten Literaturrecherche geschildert. In Abschnitt 3 werden die Forschungsschwerpunkte identifiziert, schematisch den Aufsätzen zugeordnet und auf Basis der ausgewählten Literatur inhaltlich das Themengebiet der elektronischen Rechnungsverarbeitung beleuchtet. In Abschnitt 4 wird der aktuelle Stand der Forschung diskutiert, analysiert und bewertet. In Abschnitt 5 werden die Potenziale zukünftiger Forschung aufgezeigt.

## 2 Forschungsansatz und -methodik

Zur Erhebung des state-of-the-art zum Forschungsthema der elektronischen Rechnung wird eine strukturierte Literaturrecherche durchgeführt. Bild 1 (linke Spalte) zeigt das Vorgehen für die Literatursuche sowie den Auswahlprozess. Für die strukturierte Literaturauswertung wird die Methodik der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [24];[25] angewandt (Bild 1, rechte Spalte).

Insgesamt werden von 264 gefundenen Aufsätzen 133 als relevant aufgenommen. Von diesen beschäftigen sich 76 Aufsätze unmittelbar mit der elektronischen Rechnung (z. B. Electronic Invoice, Electronic Invoice Presentment and Payment) und 57 Aufsätze mit angrenzenden Themenbereichen, wie z. B. EDI, E-Payment und E-Procurement. Um den Forschungsstand zu erheben, werden für die qualitative Inhaltsanalyse nur Aufsätze berücksichtigt, die sich unmittelbar mit der elektronischen Rechnung beschäftigen und einem offensichtlichen wissenschaftlichen Begutachtungsverfahren unterzogen wurden. Es werden 40 Aufsätze inhaltlich untersucht und ausgewertet.



**Bild 1: Forschungsansatz und -methodik (in Anlehnung an [24] und [25])**

Um die qualitativen Anforderungen an die Literaturlauswertung sicherzustellen, werden die Gütekriterien der qualitativen Inhaltsanalyse [25] gemessen. Die Objektivität wird durch die Interkoder-Reliabilität (Cohen's Kappa > 0.7) sichergestellt. Die Reliabilität der Ergebnisse bezieht sich auf die Intrakoder-Reliabilität, die im Rahmen dieser Literaturlauswertung stichprobenartig durch beide Kodierer geprüft wird. Im Sinne der Validität wird das Kodiersystem induktiv aus einem kleinen Teil der Quellen abgeleitet und deduktiv angewandt. Dabei wird das Kodiersystem sukzessive bis zur Sättigung erweitert.

### 3 Ergebnisse der strukturierten Literaturrecherche zur elektronischen Rechnung

Mit der Legalisierung der elektronischen Rechnungsstellung durch die EU im Jahr 2001 hat die elektronische Rechnungsverarbeitung für die Praxis an Bedeutung gewonnen und ist damit zu einem Forschungsthema für die praxisorientierte Wirtschaftsinformatik geworden. In diesem Abschnitt wird als Ergebnis der strukturierten Literaturrecherche ein Überblick über das Forschungsfeld, die zentralen Themen und die Begriffsvielfalt gegeben.

#### 3.1 Begriffsvielfalt der elektronischen Rechnung

Die Terminologie der elektronischen Rechnung hat viele Ausprägungen und Definitionen. Es wird von der „elektronischen Rechnung“ bzw. „electronic invoice (e-invoice)“ und von der „elektronischen Rechnungsstellung“ bzw. „electronic invoicing (e-invoicing)“ gesprochen. Des Weiteren werden in diesem Zusammenhang häufig auch die Termini „Electronic Bill Presentment and Payment (EBPP)“ bzw. „Electronic Invoice Presentment and Payment (EIPP)“ sowie „Internet Bill Presentment and Payment (IBPP)“ verwendet [20].

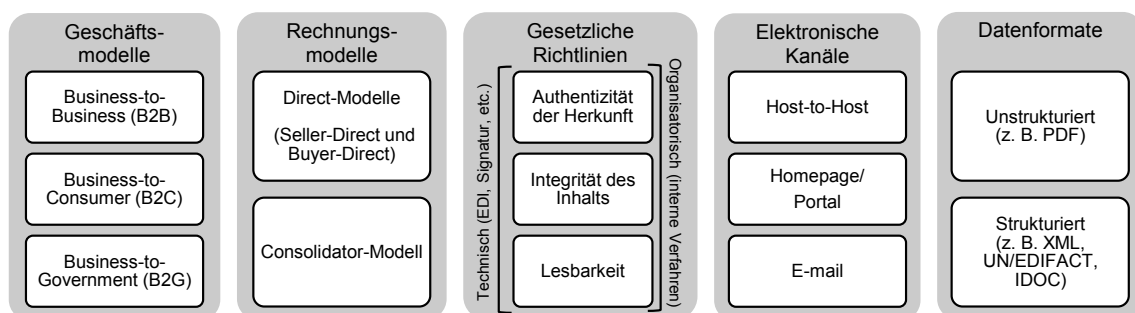
Unter dem Begriff „electronic invoicing“ wird in der Literatur der elektronische Versand und Empfang von Rechnungsdaten verstanden [16];[33]. In [30] wird eine detailliertere Definition gegeben, nach der die elektronisch übermittelten Rechnungsdaten in einem strukturierten und standardisierten Format für die automatische Weiterverarbeitung beim Empfänger vorliegen müssen.

Bei den Termini „EBPP“ und „EIPP“ werden die elektronische Rechnungsverarbeitung und die elektronische Bezahlung von Rechnungen als Einheit gesehen. Die Rechnung wird über ein Internetportal präsentiert und kann von dort heruntergeladen werden. Teilweise werden die elektronischen Rechnungsdaten direkt übermittelt. Die Rechnungsdaten enthalten ferner die

nötigen Informationen für die elektronische Zahlungsabwicklung. Die Daten stehen dem Rechnungsempfänger medienbruchfrei zur Verfügung [9];[10];[20];[38];[40]. Der Unterschied zwischen „EBPP“ und „EIPP“ wird auf die Divergenz zwischen den englischen Begriffen „invoice“ und „bill“ zurückgeführt. So rechnen „bills“ über standardisierte und „invoices“ über individualisierte oder speziell angefertigte Produkte und Dienstleistungen ab [8].

[3] sehen in der elektronischen Rechnung ein elektronisches Dokument, das den rechtlichen Stellenwert einer Papierrechnung hat, wenn es die gesetzlichen Anforderungen erfüllt. [14] erweitern die Definition der elektronischen Rechnung um die Komponente des elektronischen Transfers der Rechnung, deren Authentizität und Integrität sichergestellt sein muss. Gemäß [14] enthält eine elektronische Rechnung eine elektronische Signatur.

Bisher bot die EU Richtlinie 2001/115/EG bzw. 2006/112/EG den einzelnen Mitgliedstaaten Spielraum für die genaue nationale Ausgestaltung der gesetzlichen Regelung hinsichtlich der Sicherstellung von Authentizität und Integrität einer auf elektronischem Weg versendeten Rechnung. So wird in Deutschland neben dem EDI-Verfahren die qualifizierte elektronische Signatur verlangt, wogegen in Österreich die fortgeschrittene elektronische Signatur ausreichend ist. In Finnland werden elektronische Rechnungen ohne Signatur akzeptiert. Am 13. Juli 2010 wurde die EU Richtlinie 2010/45/EU verabschiedet, die von den Mitgliedstaaten bis zum 01.01.2013 in nationales Gesetz umzusetzen ist [34]. Sie soll die elektronische Rechnungsverarbeitung durch Technologieneutralität fördern. Unabhängig davon, ob es sich um eine Papierrechnung oder um eine elektronische Rechnung handelt, muss die Authentizität, die Integrität und die Lesbarkeit der Rechnung vom Zeitpunkt der Ausstellung bis zum Ende der Aufbewahrungsdauer garantiert sein [34]. Mithilfe von innerbetrieblichen Kontrollverfahren kann die Verbindung zwischen der Rechnung und der tatsächlichen Lieferung und Dienstleistung hergestellt werden [34]. Beispielsweise werden weiterhin für die Gewährleistung der Authentizität und Integrität von elektronischen Rechnungen die etablierten Technologien „qualifizierte elektronische Signatur“ und „EDI-Verfahren mit einer Vereinbarung auf Basis der Empfehlung 94/820/EG der EU Kommission“ genannt [34].



**Bild 2:** Umfang des Begriffs „elektronische Rechnung“ (in Anlehnung an [20])

[27] definieren jede Rechnung, die elektronisch verschickt wird, als elektronische Rechnung. Sie lassen damit die gesetzliche Komponente außen vor. So auch bei [29], [30] und [31], die allerdings eine recht spezifische Vorstellung einer elektronischen Rechnung haben. Sie definieren die elektronische Rechnung „as invoices transmitted through XML-based open standards“. Sie begründen diese enge Definition damit, dass ihr Fokus auf der Automatisierung der elektronischen Rechnungsverarbeitung liegt und „this in turn requires that the invoice data is sent in a structured format. Therefore, invoices that are transmitted as attachments [...] in e-mails are not considered as electronic invoices.“

### 3.2 Überblick über das Forschungsfeld und die zentralen Themen

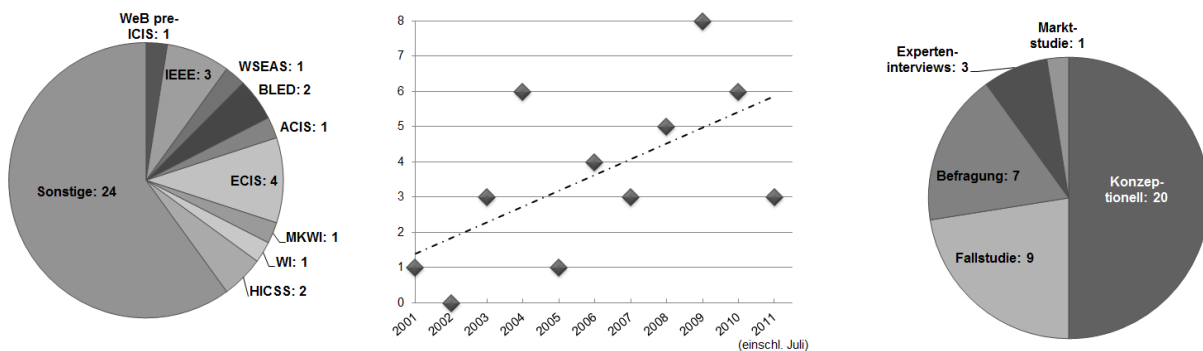
Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der strukturierten Literaturrecherche für die 40 Aufsätze zur elektronischen Rechnung. 55% der Aufsätze haben einen eindeutigen Länderbezug (Länderkennungen in Tabelle 1 nach ISO 3166-1). Dabei thematisieren insgesamt 20% der Aufsätze im Besonderen die Situation in Finnland. Durch den hohen Verbreitungsgrad der elektronischen Rechnung dient Skandinavien – und dabei insbesondere Finnland – als Referenzregion.

Inhaltlich ist die Kategorie „Technologie und Sicherheit“ stark vertreten. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Aufsätze zu den Themen der semantischen Analyse, z. B. [11];[17];[18], den Übertragungsformaten, z. B. [15];[20], und den Aspekten der System- und Prozesssicherheit, z. B. [26];[27];[28];[42]. Dieses Thema wird überwiegend losgelöst von anderen inhaltlichen Kategorien betrachtet (Tabelle 1), so dass im Sinne von gesetzlichen Anforderungen und der Umsetzung keine integrierte Sichtweise eingenommen wird. Technologische Fragestellungen werden teilweise mit dem Fokus auf die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) betrachtet, z. B. [2];[12];[23];[30];[33]. Zu den KMU, die in Europa über 99% aller Unternehmen ausmachen [7], gehören entsprechend der EU Definition Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten und höchstens 50 Millionen Euro Jahresumsatz [33]. In den meisten Aufsätzen fehlt eine Definition für KMU.

#	Methodik	Referenz	Jahr	Länderfokus	KMU	Geschäftsmodelle (B2B, B2C, B2G)	Prozessredesign und -integration	Gesetzgebung der EU	Technologieakzeptanz und -verbreitung	Technologien und Sicherheit	Aspekte des Rechnungswesens	Theorien und Modelle	E-Commerce/E-Business	
1	konzeptionell	[38]	2001	-			x						x	2
2	konzeptionell	[5]	2003	GB									x	1
3	Fallstudie	[8]	2003	-					x		x			2
4	Multiple Fallstudie	[10]	2003	-		x						x		2
5	konzeptionell	[6]	2004	-				x		x				2
6	Unternehmensbefragung	[9]	2004	-		x				x	x			3
7	Marktstudie	[18]	2004	DE						x				1
8	konzeptionell	[22]	2004	AT				x	x	x				3
9	konzeptionell	[40]	2004	-		x	x							2
10	Fallstudie	[43]	2004	FI			x							1
11	konzeptionell	[17]	2005	-						x				1
12	konzeptionell	[1]	2006	IT			x							1
13	konzeptionell	[15]	2006	-				x		x	x			3
14	konzeptionell	[19]	2006	-						x				1
15	Quantitative Befragung	[20]	2006	-		x			x	x				3
16	Experteninterviews	[12]	2007	SE	x				x				x	3
17	Multiple Fallstudie	[16]	2007	GR			x							1
18	konzeptionell	[28]	2007	-						x				1
19	konzeptionell	[13]	2008	-			x				x			2
20	Experteninterviews	[29]	2008	FI/IT			x					x		2
21	Fallstudie	[32]	2008	FI					x			x		2
22	Quantitative Befragung	[39]	2008	-		x	x							2
23	konzeptionell	[42]	2008	HR						x				1
24	konzeptionell	[4]	2009	-							x			1
25	konzeptionell	[11]	2009	-			x			x				2
26	Quantitative Befragung	[14]	2009	ES			x		x			x		3
27	Fallstudie	[21]	2009	FI			x					x		2
28	konzeptionell	[27]	2009	-						x				1
29	Fallstudie	[31]	2009	FI								x		1
30	Quantitative Befragung	[33]	2009	-	x				x					2
31	konzeptionell	[36]	2009	-		x	x							2
32	konzeptionell	[2]	2010	-	x	x			x					3
33	Fallstudie	[3]	2010	PT			x	x	x			x		4
34	konzeptionell	[26]	2010	-						x				1
35	Experteninterviews	[35]	2010	DE			x		x		x			3
36	Fallstudie	[41]	2010	FI			x							1
37	Quantitative Befragung	[30]	2010	FI	x					x		x		3
38	Quantitative Befragung	[23]	2011	FI	x		x		x					3
39	konzeptionell	[34]	2011	-				x	x					2
40	konzeptionell	[37]	2011	-			x			x			x	3
														5 7 17 5 12 15 6 8 4

Tabelle 1: Überblick über die Literatur zum Forschungsgebiet "elektronische Rechnung"

Ferner werden technologische Aspekte überwiegend konzeptionell angegangen. Die Kategorien „Theorien und Modelle“ und „E-Commerce/E-Business“, die Analogien mithilfe bestehender Erkenntnisse für die elektronische Rechnungsverarbeitung ableiten, stellen nur einen geringen Anteil dar. Beispiele hierfür sind die Konstrukte zu „Buyer-Seller Relationship“ [31], „Adoption“ [14];[30];[32], Modelle des Nutzenmanagements [3] und der Wertschöpfung [21];[32]. Der größte Anteil der Aufsätze ist u. a. dem Themenfeld „Prozessredesign und -integration“ zu zuordnen. Aufgrund der Bedeutung dieser Thematik für die elektronische Rechnungsverarbeitung wird darauf detailliert in Abschnitt 3.3 eingegangen. So sieht auch die EU Kommission den Prozess der elektronischen Rechnungsverarbeitung als einen der wichtigsten Bausteine für das europäische Wirtschaftswachstum [41]. Insgesamt wird das Forschungsgebiet jedoch von vielfältigen Themenschwerpunkten beherrscht, ein eindeutiger Fokus lässt sich nicht herausarbeiten.



**Bild 3:** Anzahl Aufsätze pro Konferenz und Jahr sowie angewandte Methodik

Bild 3 verdeutlicht, dass Aufsätze zur elektronischen Rechnung nur einen geringen Verbreitungsgrad in hochkarätigen Konferenzen zentral-europäisch dominierter Wirtschaftsinformatik bzw. der anglo-amerikanisch dominierender Schwesterdisziplin „Information Systems Research“ haben. Insgesamt ist ein leicht steigender Trend in der Anzahl der Veröffentlichungen sichtbar. Die am häufigsten angewandte Methodik ist die Fallstudie, wobei der Großteil der Aufsätze ein rein konzeptionelles Vorgehen aufweist.

### 3.3 Prozessredesign und -integration

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Ergebnisse des Forschungsschwerpunkts „Prozessredesign und -integration“ identifiziert. Unter diesem Forschungsschwerpunkt werden die folgenden Themen subsummiert: Prozessdarstellung und -optimierung, Wirtschaftlichkeit und Kosten, Green-IT, Outsourcing, Supply Chain und E-Procurement.

In der untersuchten Literatur ist die Darstellung der Rechnungsprozesse in der Regel zweckgebunden, um beispielsweise die Ineffizienzen des papierbasierten Prozesses aufzuzeigen oder Ansatzpunkte für ein mögliches Auslagern von Geschäftsprozessen zu identifizieren. Die Prozessmodellierung erfolgt entweder auf hohem Abstraktionsniveau [1]; [35];[38];[40], oder anhand des untersuchten Objektes im Rahmen einer Fallstudie [16]; [41];[43]. Beim Rechnungssteller ist der nachgelagerte Prozess des Zahlungseingangs neben der Aufbereitung der Rechnung entscheidend. Der Rechnungssteller muss den Zahlungseingang überprüfen und auf Basis der gestellten Rechnung kontrollieren. Ziel für ihn ist es diese Kontrolle und die anschließende Buchung automatisiert durchzuführen [40]. In der Schweiz gibt es zur besseren Zuordnung von der Zahlung zur Rechnung die sogenannte „Einzahlungsschein-Referenznummer“ [40].

Die größten Einsparpotenziale werden dem Rechnungseingangsprozess zugeordnet [35]. Der Rechnungsempfänger muss die Rechnung gegen die eingegangene Rechnung und die tatsächliche Lieferung bzw. Leistung prüfen [40]. Außerdem muss er die Rechnung bezahlen und buchen. Diese Prozessschritte sollten möglichst effizient, wenn nicht sogar automatisiert erfolgen. Sowohl der Rechnungssteller als auch der Rechnungsempfänger müssen die Rechnung gesetzeskonform archivieren.

Der elektronische Rechnungsprozess sollte folglich nicht losgelöst von den anderen Geschäftsprozessen betrachtet werden, da die Rechnung „the bridge between the order and delivery cycle and the payment cycle“ [1] ist. Der Rechnungsprozess sollte immer im Kontext zum Beschaffungs- und Zahlungsprozesses betrachtet werden [21];[36]. Aber auch die nachgelagerten Prozesse (z. B. Buchführung) dürfen nicht vergessen werden, da diese trotz elektronischer Rechnungsstellung teilweise noch papierbasiert erfolgen [23];[41];[43]. Wichtig ist außerdem die Gewährleistung, dass die Rechnung den gesetzlichen Regelungen entspricht, bevor sie an den Rechnungsempfänger versandt wird [11] bzw. der Vorsteuerabzug beim Rechnungsempfänger vorgenommen wird.

Die Rechnungseingangsbearbeitung liefert keine Wertschöpfung für die Unternehmen, sondern verursacht vielmehr hohe Kosten [43]. Unternehmen sollten daher die Kosten für diesen Prozess möglichst gering halten. Eine Möglichkeit ist die automatisierte Weiterverarbeitung von Rechnungsdaten, durch deren Einsatz sich nicht nur die Kosten reduzieren, sondern auch die Qualität und die Transparenz beim Prozess mit dem Geschäftspartner verbessern [3];[35];[41]. Basis hierfür ist weniger die elektronische Rechnung im Allgemeinen sondern vielmehr die elektronischen Rechnungsdaten, die in einem definierten strukturierten Datenformat aufbereitet sind [35];[41]. Diese Daten können in den Systemen der Partner automatisiert weiterverarbeitet werden. Trotzdem wird empfohlen, die Rechnung auch als Bilddatei mitzuliefern, da nicht in jedem Fall eine automatische Rechnungskontrolle und Weiterverarbeitung möglich ist [35]. Als Alternative wäre zu prüfen, ob sich die Auslagerung des Prozesses der Rechnungseingangsbearbeitung an einen Dienstleister lohnt. Aktuell setzen Unternehmen verstärkt Dienstleister für die elektronische Rechnungsverarbeitung ein. Dabei übernimmt der Dienstleister (auch Service-Provider oder Consolidator genannt) beispielsweise die „Konvertierung der Rechnungsdaten in das vom Kunden gewünschte Format, über die gesetzeskonforme und sichere Übermittlung der Daten an den Kunden oder an einen Consolidator, bis zur Bereitstellung von Archivdaten“ [40]. Neben diesem Consolidator-Model, bei dem der Rechnungsaustausch zwischen Rechnungssteller und Rechnungsempfänger über einen Dienstleister erfolgt, gibt es noch das Direct-Model. Laut [38] wird darunter das Seller- und das Buyer-Model subsummiert. Ist der Rechnungssteller derjenige, der das System zur Einsicht und Abholung von elektronischen Rechnungen zur Verfügung stellt, wird vom Seller-Model gesprochen. Erfolgt die Eingabe der Rechnungsdaten durch den Rechnungssteller auf einer Plattform, die vom Rechnungsempfänger zur Verfügung gestellt wird, handelt es sich um das Buyer-Model.

Es gibt auch Service-Provider, die nicht nur die elektronischen Rechnungen konsolidieren, sondern für einen Rechnungsempfänger alle Rechnungen zentral sammeln und in das vom Rechnungsempfänger gewünschte Datenformat konvertieren. [38] bezeichnet dieses Modell als „Totalmodell“. Ferner kann das Modell auch für den Rechnungssteller gelten, der all seine Rechnung über einen Intermediär verschickt. Der Intermediär ist dann dafür zuständig die Rechnungen in dem gewünschten Format, elektronisch oder per Post, an den Kunden zu verschicken.

Allerdings bildet die Option der Auslagerung der Rechnungseingangsbearbeitung gemäß [35] für die meisten deutschen Unternehmen mit einer eigenen Buchhaltung aktuell keine wirkliche Alternative. Neben der grundsätzlichen Einstellung, keine Prozesse an Dienstleister auszulagern, bestehen bei den Unternehmen Zweifel, ob ein Dritter die unternehmensindividuellen Abläufe sachgerecht abbilden kann und die Rechnungsdaten auch wirklich vertraulich behandelt.

Gemäß [43] sind die nötigen Ressourcen für den Rechnungsprozess die „work force, working rooms, different equipments, computer softwares and networks, and overall management and administration“, wobei die Aufwendungen für Arbeitskraft und Software als direkte Kosten zu sehen sind. Sie haben anhand einer Fallstudie die Kosten der Rechnungseingangsbearbeitung für den papierbasierten Prozess, den auf einer Scan-Lösung basierenden Prozess und den elektronischen Prozess ermittelt. Der elektronische Prozess ist der kostengünstigste, da zum einen keine Kosten für den Transport der Rechnungen innerhalb des Unternehmens entstehen und sich die Archivierungskosten reduzieren und zum anderen sich die Kosten auf Grund der effizienteren Arbeitsweise der Mitarbeiter senken lassen [43]. Die Dematerialisierung des Prozesses reduziert nicht nur die Archivierungskosten und lässt die Abläufe im Unternehmen produktiver werden, sondern leistet auch einen positiven Umweltbeitrag [3];[41]. Somit kann der elektronischen Rechnung ein weiterer positiver Aspekt im Sinne der „attractiveness of the solution from the business viewpoint“ [41] zugeordnet werden. Es hat sich außerdem herausgestellt, dass die Leistungsfähigkeit der Arbeitskraft nicht nur die Produktivität positiv beeinflusst, sondern dass auch die Reduktion der manuellen Tätigkeiten eine vorteilhafte Wirkung auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz auslöst [32];[41]. Damit führt die elektronische Rechnungsverarbeitung nicht nur zu Einsparpotenzialen für das einzelne Unternehmen, sondern auch zu einer Abnahme der Umweltbelastung.

Trotz aller Vorteile der elektronischen Rechnungsverarbeitung, ist deren Verbreitung noch gering [20]. Eine wichtige Rolle für einen höheren Verbreitungsgrad wird den Lösungen mit Service-Providern (Konsolidatoren) zugeschrieben. Außerdem arbeiten alle Beteiligten, d. h. die „United Nations and EU Working Groups, National Authorities, Tax Administrations, International and National Associations, major software-houses and service providers, banks, etc.“ [1], daran die Barrieren und Hürden abzubauen. Durch eine optimale Zusammenarbeit aller Beteiligten können Synergieeffekte entstehen und der Nutzen für Alle deutlich erhöht werden[16].

## 4 Diskussion

Die zentrale Fragestellung für den Einsatz und die Verbreitung der elektronischen Rechnungsverarbeitung, ist das Erreichen der kritischen Masse abhängig von der Komplexität. Dies wird in der Literatur z. T. auf der Ebene gesetzlicher Regularien und durch die Marktmacht des Kunden gegenüber den Lieferanten in B2B und B2G Geschäftsbeziehungen erklärt [30];[37]. Eine besondere, jedoch nicht unumstrittene Rolle spielt dabei der Einsatz der elektronischen Rechnungsverarbeitung im B2G, wo die Behörde eine elektronische Abrechnung unter Wahrung der gesetzlichen Anforderungen verlangt, um die Technologie in den Unternehmen zu etablieren. Thematisiert wird dies jedoch lediglich in einem Aufsatz [2] mit dem Ergebnis, dass bisherige Versuche der Durchsetzung von EDI mithilfe von B2G Anforderungen nur einen geringen Nutzen ergaben. Insbesondere KMU lassen sich nicht nur durch Effizienzsteigerung zum Einsatz einer neuen Technologie bewegen [30];[33]. Trotz erster Ansätze zur Erforschung der Faktoren von Technologieakzeptanz für die elektronische Rechnung (vgl. Tabelle 1), fehlen noch konkrete



Handlungsempfehlungen und -strategien für die Praxis. Durch die Vielfalt der Modelle, Architekturen und Vorgehensweisen ist ein einheitlicher Standard der elektronischen Rechnungsverarbeitung nur schwer durchsetzbar. Eine erste Annäherung auf europäischer Ebene im Bereich des staatlichen Auftragswesens bildet das PEPPOL-Projekt [36]. Eine integrierte Sichtweise auf die individuellen Prozesse, die gesetzlichen Anforderungen und die technologischen Umsetzungen sowie Sicherheitsstandards, ist im Sinne der Verbreitung der elektronischen Rechnungsverarbeitung entscheidend. Insbesondere die neue, offene Gesetzeslage in der EU schürt derzeit noch Unsicherheit in der Umsetzung des Prozesses. Für eine zielgerichtete und adäquate Auseinandersetzung mit der elektronischen Rechnungsverarbeitung ist deshalb dringend eine Übereinkunft der Definition, den Umfang der elektronischen Rechnung und deren technologische Umsetzung von der Erstellung, bis hin zur Archivierung erforderlich. Gerade KMU können nicht gleichzeitig mehrere Standards und Lösungen unterstützen und in ihre (Geschäfts)Prozesse und IS integrieren.

## 5 Fazit und Ausblick

Die strukturierte Literaturrecherche zum Thema der elektronischen Rechnung hat trotz einer breit aufgestellten Suche nur relativ wenige Aufsätze ergeben. Dies spricht dafür, dass sich die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesem Thema noch in einem Anfangsstadium befindet, obwohl die Gesetzgebung der EU die Praxis der elektronischen Rechnungsverarbeitung und ihre Potenziale bereits seit mehr als einem Jahrzehnt intensiv diskutiert. Die bisherige Forschung beschäftigt sich mit vielfältigen Themenschwerpunkten, wie z. B. mit der Prozessintegration. Jedoch wurden noch keine umfassenden Modelle und Theorien für die elektronische Rechnungsverarbeitung entwickelt. Man kann dies sehr deutlich auf eine mangelnde Integration der Forschungsschwerpunkte zurückführen.

Die Wirtschaftsinformatik-Forschung sollte ihr Augenmerk verstärkt auf die Prozesse und Systeme der elektronischen Rechnungsverarbeitung richten, um einen einheitlichen Standard und ein Prozessreferenzmodell zu generieren. Dabei müssen sowohl gesetzliche Anforderungen als auch die technologische Ausgestaltung und die Kriterien der Akzeptanz berücksichtigt werden. Gerade die neue EU-Richtlinie zur elektronischen Rechnung hat durch ihre Technologieneutralität den Weg für neue Geschäftsmodelle und technologische Verfahren frei gemacht. Als Basis für die Vision ist es primär erforderlich den Prozess der elektronischen Rechnungsverarbeitung detailliert zu modellieren, zu analysieren, zu abstrahieren und insbesondere aus Praxissicht zu bewerten.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Agostini PL (2006): The role of electronic invoicing in generating new models for enterprise and banking integration. <http://www.unicatt.it/convegno/UC-LSE/paper/Agostini.pdf>. Abgerufen am 06.09.2011.
- [2] Agostini PL; Naggi R (2010): B2G Electronic Invoicing as Enforced High Impact Service: Open Issues. In: D'Atri A, Saccà D (Hrsg.) Information Systems: People, Organizations, Institutions, and Technologies. Physica-Verlag, Heidelberg.
- [3] Almeida JCP; Romão MJB (2010): Benefits Management for an e-invoice process. Portuguese Journal of Management Studies 15(2):137-159.
- [4] Barbas JC (2009): The Single Euro Payments Area: A strategic business opportunity. Journal of Corporate Treasury Management 2(3):246-251.
- [5] Boyes G; Stone M (2003): E-business opportunities in financial services. Journal of Financial Services Marketing 8(2):176-189.
- [6] Engel-Flehsig S (2004): E-Invoicing and new VAT Directive-Challenges for cross border transactions. In: Paulus, S, Pohlmann, N, Reimer H (Hrsg.), Securing Electronic Business Processes. Vieweg, Wiesbaden.
- [7] EU Kommission (2010): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. [http://ec.europa.eu/information\\_society/digital-agenda/documents/digital-agenda-communication-de.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/documents/digital-agenda-communication-de.pdf). Abgerufen am 06.09.2011.
- [8] Fairchild AM (2003): Possible disintermediation: What role for banks in electronic invoicing (EIPP)? In: Tagungsband der 16th Bled eCommerce Conference eTransformation. Bled, Slowenien.
- [9] Fairchild AM (2003): Value Positions for Financial Institutions in Electronic Bill Presentment and Payment (EBPP). In: Tagungsband der 36th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Hawaii.
- [10] Fairchild AM (2004): Using electronic invoicing to manage cash forecasting and working capital in the financial supply chain. In: Tagungsband der 12th European Conference on Information Systems (ECIS). Turku, Finnland.
- [11] Fernandez E; Yuan X (2009): An analysis pattern for invoice processing. In: Tagungsband der 16th Conference on Pattern Languages of Programs. Chicago, USA.
- [12] Fredriksson O (2007): IT-Supported Inter-Organizational Services – The Case of a Swedish E-business Portal for Electronic Invoicing for Regional SMEs. In: Magyar G; Knapp G; Wojtkowski W; Wojtkowski WG; Zupancic J (Hrsg.), Advances in Information Systems Development. Springer, Secaucus, USA.
- [13] Genete L; Tugui A (2008): From ERP Systems to Digital Accounting in Relations with Customers and Suppliers. In: Zamanillo Sainz de la Maza JM; Lopez Espi PL (Hrsg.), Computing and Computational Techniques in Sciences. WSEAS Press.
- [14] Hernández-Ortega B; Serrano-Cinca C (2009): ¿Qué induce a las empresas a adoptar facturación electrónica? Efecto de las percepciones y del entorno competitivo. Universia Business Review 24:96-120.

- [15] Kaliontzoglou A; Boutsis P; Polemi D (2006): eInvoice: Secure e-Invoicing based on web services. *Electronic Commerce Research* 6(3-4):337-353.
- [16] Kioses E; Pramataris K; Doukidis G; Bardaki C (2007): Measuring the business value of electronic supply chain collaboration: The case of electronic invoicing. In: *Tagungsband der 20th Bled eConference eMergence: Merging and Emerging Technologies, Processes and Institutions*. Bled, Slowenien.
- [17] Klein B (2005): An invoice - its semantics in the eyes of the beholder. In: *Tagungsband der 4th International Semantic Web Conference (ISWC)*. Galway, Irland.
- [18] Klein B; Agne S; Dengel A (2004): Results of a study on invoice-reading systems in Germany. In: *Marinai, S, Dengel AR (Hrsg.), Document Analysis Systems VI*. Springer, Berlin/Heidelberg.
- [19] Klein B; Agne S; Dengel A (2006): On Benchmarking of Invoice Analysis Systems. In: *Bunke H, Spitz A (Hrsg) Document Analysis Systems VII*. Springer, Berlin/Heidelberg.
- [20] Legner C; Wende K (2006): Electronic bill presentment and payment. In: *Tagungsband der 14th European Conference on Information Systems (ECIS)*. Göteborg, Schweden.
- [21] Lempinen H; Penttinen E (2009): Assessing the business value of electronic order-to-payment cycle. In: *Tagungsband der 17th European Conference on Information Systems (ECIS)*. Verona, Italien.
- [22] Lindsberger G; Pinter G; Egger A (2004): Legally Binding Cross Border Electronic Invoicing. In: *Paulus, S, Pohlmann, N, Reimer H (Hrsg.), Securing Electronic Business Processes*. Vieweg, Wiesbaden.
- [23] Lumiaho L; Rämänen J (2011): Electronic Invoicing in SMEs. In: *Marcus A (Hrsg.), Design, User Experience, and Usability. Theory, Methods, Tools and Practice*. Springer, Berlin/Heidelberg.
- [24] Mayring P (2000): Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research* 1(2), <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2383>. Abgerufen am 06.09.2011.
- [25] Mayring P; Brunner E (2009): Qualitative Inhaltsanalyse. In: *Buber R, Holzmüller H (Hrsg.), Qualitative Marktforschung. Konzepte - Methoden - Analysen*. Gabler, Wiesbaden.
- [26] Netter M; Fernandez E; Pernul G (2010): Refining the pattern-based reference model for electronic invoices by incorporating threats. In: *Tagungsband der 5th IEEE International Conference on Availability, Reliability and Security*. Krakau, Polen.
- [27] Netter M; Pernul G (2009): Integrating security patterns into the electronic invoicing process. In: *Tjoa AM, Wagner, R (Hrsg), Proc. of the 20th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, USA.
- [28] Papastergiou S; Kaliontzoglou A; Polemi D (2007): Interoperability Issues of a Secure Electronic Invoicing Service (Selis). In: *Tagungsband der 18th IEEE International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications*. Athen, Griechenland.
- [29] Penttinen E; Salgaro A; Haussila T (2008): How do electronic invoicing operators create value? Empirical evidence from Finnish and Italian operators. *WeB pre-ICIS conference*. Paris, Frankreich.

- [30] Penttinen E; Tuunainen V (2010): Assessing the Effect of External Pressure in Inter-organizational IS Adoption - Case Electronic Invoicing. In: Sharman R, Rao HR, Raghu TS (Hrsg.), Exploring the Grand Challenges for Next Generation E-Business. Revised selected papers. Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- [31] Penttinen E; Hallikainen P; Salomaki T (2009): Impacts of the Implementation of Electronic Invoicing on Buyer-Seller Relationships. In: Tagungsband der 43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Hawaii.
- [32] Penttinen E; Hyytiäinen M (2008): The Adoption of Electronic Invoicing in Finnish Private and Public Organizations. In: Tagungsband der 16th European Conference on Information Systems (ECIS). Galway, Irland.
- [33] Sandberg KW; Wahlberg O; Pan Y (2009): Acceptance of E-Invoicing in SMEs. In: Harris D (Hrsg.), Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Springer, Berlin/Heidelberg.
- [34] Schlegel I (2011): Simplified VAT invoicing requirements and electronic invoicing. ERA-Forum 12(2):253-263.
- [35] Schömburg H; Breitner MH (2010): Elektronische Rechnungen zur Optimierung der Financial Supply Chain: Status Quo, empirische Ergebnisse und Akzeptanzprobleme. In: Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI). Göttingen.
- [36] Sonntagbauer P; Bodiroza M (2009): Pan European Public E-Procurement Online (PEPPOL) The Challenge Of Implementation A European Wide Solution. In: Tagungsband der 9. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik. Wien, Österreich.
- [37] Sonntagbauer P (2011): E-Business, Emerging Trends in the European Union. In: Gusev M, Mitrevski P (Hrsg.), ICT Innovations Conference 2010. Springer, Berlin/Heidelberg.
- [38] Spann M; Pfaff D (2001): Electronic Bill Presentment and Payment (EBPP). DBW Die Betriebswirtschaft 4:509-512.
- [39] Tanner C; Wölfler R; Schubert P; Quade M (2008): Current trends and challenges in electronic procurement: an empirical study. Electronic Markets 18(1): 6-18.
- [40] Tanner C; Koch B (2004): Die elektronische Rechnungsabwicklung in der Schweiz (EBPP). In: Schubert P, Wölfler R, Dettling W (Hrsg.), E-Business mit betriebswirtschaftlicher Standardsoftware. Hanser, München/Wien.
- [41] Tenhunen M; Penttinen E (2010): Assessing the Carbon Footprint of Paper vs. Electronic Invoicing. In: Tagungsband der 21st Australasian Conference on Information Systems (ACIS). Brisbane, Australien.
- [42] Vanjak Z; Mornar V; Magdalenic I (2008): Deployment of e-Invoice in Croatia. In: Tagungsband der 3rd International Conference on Software and Data Technologies. Porto, Portugal.
- [43] Voutilainen V; Pento T (2003): Electronic invoice processing as a tool for cost reduction. Frontiers of e-Business research. Cityoffset Oy, Tampere.

# Are Personalized Recommendations the Savior for Online Content Providers?

**Philipp Bodenbenner**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 79085 Freiburg,  
E-Mail: philipp.bodenbenner@is.uni-freiburg.de

**Dirk Neumann**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Wirtschaftsinformatik, 79085 Freiburg,  
E-Mail: dirk.neumann@is.uni-freiburg.de

## Abstract

Advertising seems to be the major stream for generating revenue with online content. Therefore, it is crucial for online content providers to create heavy traffic on their pages. Recommender systems have already been evaluated on their positive impact in e-commerce settings. In our evaluation we show that personalized recommendation as well change the user behavior and improve the relevant economic KPIs for content providers. To show these effects we put up a model that inter-relates all components of an advertising-based revenue stream. We formulate a set of hypotheses on those components, which can be influenced by recommender systems: exposure and stickiness, indicating customer engagement, as well as the content portfolio that impairs the appealed user base. The hypotheses are tested in a study that is being conducted based on a real-world data set from a German newspaper.

## 1 Introduction

The Internet features millions of content-based web pages that provide a vast array of information. Content includes news articles, directories, forums, blogs and other information. In contrast to e-commerce web pages (online shops, etc.), content providers face the challenge of establishing a viable business model. Much research has already been done on developing business models for the content & media industry in the Internet. One example is the categorization of revenue models for online content proposed by Mings and White [30]: subscription, advertising, transactional, and bundled. The highest level strategic decision for online content providers is to decide whether to offer their content for free or for a fee. Some firms offer parts of their content for free, and charge for other content (e.g. archive). Again and again online content providers try to substitute advertising with a revenue stream based on subscriptions. One prominent example that has failed is the New York Times. Their paywall was removed again shortly after setting it up by reason of a low growth in subscription base,

compared to the growth in online advertising. Literature reveals further confirmation of this assumption. For example, the total revenue of newspapers splits up as follows: 81.5% are being earned with advertising; the rest is based on subscription [13]. Advertising is being perceived as the primary and dominant source for revenue for the vast majority of online content providers ([20], [40]). This revenue structure is also being expected to coin the future online content market [39]. Altogether, business models with revenue streams that are based on subscription fees have become less attractive and viable [26], as users want to get access to online information free of charge. Thus, generating revenue with advertising-based models seems - at the moment - to be the only way that works. We focus our evaluation to the latter kind of revenue models in the space of online content providers. Since advertising is dominating the content providers' revenue streams, it is crucial for them to create heavy traffic on their pages and keep the readers to their pages as long as possible. Accordingly, it is important to create a loyal base of frequently recurring customers and to increase the length of each visit to the page. Online news reading has become very popular as the web provides access to news articles from millions of sources around the world. Today, content-based web pages offer several thousand articles to their users. Out of these, only a few articles can be featured (for a limit period of time) on landing pages. Thus, it is a key challenge of content pages to help users find the articles that are interesting to them to read. The large article databases demand new techniques for prioritizing and presenting items of potential interest quickly and easily to users. Thereby, challenges arising from data's size and heterogeneity as well as from dynamics of user interactions need to be addressed [22]. Thus, efficient tools are required to decrease search costs and foster personalized information delivery. To create an effective personalization, all available data reflecting the user behavior has to be taken into account. Recommender systems particularly serve these requirements. They allow accomplishing personalized information delivery on the basis of numerous data sources. In the process, they focus on user-dependent filtering and selection of relevant pieces of information [22]. Recommender systems are a rather new field of academic research, becoming a focus of interest in the mid-1990s (e.g. [34], [35]). Three major groups of recommender systems can be distinguished, namely content-based, collaborative filtering and hybrid approaches [1]. Content-based recommendations create their filtering based on a similarity measure between the items, i.e. items having similar attributes are supposed to be closely related. On the contrary, collaborative recommendations provide users with items that were visited by people with similar preferences in the past. Hybrid approaches build recommendations based on a combination of both content-based and collaborative methods. By now, algorithms based on collaborative filtering are the most popular among online retailers for recommendation of products [32]. In the beginning, system design as well as the technical efficiency and predictive accuracy have been the primary focus of evaluation of recommender systems (e.g. [23], [36]). Understanding the behavioral effects on users and impact on key economic performance indicators has only been subject of research recently. Examples for such evaluation are two studies conducted on the basis of real-world data from Amazon.com [28] and LeShop, a Swiss grocery store [17]. These studies analyzed the business value of personalized recommendations including the direct and indirect impact on revenue. A study by Pathak et al. [32] analyzed the impact on sales and price of individual items recommended by the system and revealed different ways of influencing the visitors. First, the uncertainty of quality of the recommended items is reduced. Second, signaling and advertisement effects induced by the recommendations exhibit cross-selling opportunities. Third, recommender systems can help build customer loyalty and increase switching costs. The largest group of studies focuses on analyzing the effects on sales

diversity or concentration patterns ([8],[9],[21][41]). Hinz and Eckert[24] compare multiple search systems (i.e. hit list, recommender systems, etc.) and additional consumption respectively substitution effects. Their research shows that recommenders lead to substitution, which can be beneficial for retailers when niches yield higher margins than substituted top-sellers. Online recommendations can even be more influential than human ones [37]. As shown, most studies that have hitherto been conducted have dealt with the impact of recommender systems on sales in e-commerce settings. Corresponding effects on content-based services have only marginally been evaluated so far. We address this research gap and try to find answers to the overarching question: do recommender systems entail an impact on the user behavior in a content page setting, and improve the relevant economic performance indicators in advertising-based revenue models? To show these effects we put up a model that inter-relates all components of an online content provider's revenue stream. We formulate a set of hypotheses on concepts, which can be influenced by recommender systems, and test them in a study. The study is being conducted based on a substantial real-world data set from a major German newspaper. Core of the study is two-group experiment comparing usage data from a test group with a control group. The control group was provided with random links instead of real, personalized recommendations. The paper is structured as follows: First, we describe our research framework and the related hypotheses. Subsequently, the study environment is presented. Finally, the hypotheses are evaluated in the study environment and results are derived.

## 2 Research Framework

For our research framework we have to extract the nucleus of revenue streams of content-based websites. The basis for this is a group of performance indicators—so-called web metrics—that have been defined within the realm of web analytics. The topic of web analytics (synonym: web controlling) is rather new and scientifically still in its infancy. Recently, a few reference books dealing with web analytics have been published (e.g.[33]). In addition, a standardization body, the Web Analytics Association, has published a compendium that provides definitions for most web metrics [11]. According to Bhat et al. exposure or popularity of a web page, as well as stickiness are core objectives of web pages [5]. These concepts reflect customer engagement, which is a key driver for an effective online customer relationship and accordingly successful online content services. In addition, these two concepts are supplemented by a third concept content portfolio that characterizes the depth of usage of a providers' content base. Together with the external factor "profit" these concepts determine the final outcome, which is total revenue of the content provider.

**Concept: Exposure.** The first objective, exposure, reflects the number of total visits a web page exhibits. This embraces both the number of unique visitors as well as their average number of visits to the web page[5]. The key figure "number of unique visitors" resembles the sum of users that frequent a web page within a certain time frame [11]. For web pages that rely on advertising revenue models, having a large number of visitors is crucial. New visitors have to be acquired and should view as many different pages and pieces of content as possible in order to generate advertising views. The second factor of the exposure cluster is the average number of visits per visitor (synonym: loyalty). This shows visitor retention and measures the number of times a visitor has shown up on the web page within a given period.

**Concept: Stickiness.** The second objective is stickiness, which measures the overall visit duration on a web page [16]. Moreover, stickiness indirectly measures the relevance of provided information and the associated satisfaction of users as well and is derived from the number of page views per visit and the average time spent per page. A visit (synonym: user session) denotes usage sequences that are associated with regards to content and time, and that can be related to a certain user [33]. Inactivity between two user activities exceeding a certain threshold implies the end of the old visit and the start of a new visit. 30 minutes have proven as de-facto standard for the inactivity threshold [6]. The most prevalent measure for comparison of web pages is the number of page views, also known as page impression. Moreover, it indicates the strength of connection between the visitor and the information provided on the web page [33]. The number of page views is an excellent indicator of how compelling and easy to navigate visitors find a web page. For content-based web pages, a measure of success is getting visitors to look at a large number of pages. The larger this number, the greater number of pages viewed in an “average” visit. Furthermore, stickiness is determined by the average time spent per page. This describes the timespan between entering and leaving a single web page [33]. This metric helps to measure the overall goal of increasing the amount of time users spend on a web page during a given visit. Multiplied with the average page views per visit, it results in the average time spent on the web page. The duration of a web page visit is important since there is still value derived from mere exposure to advertisements [7].

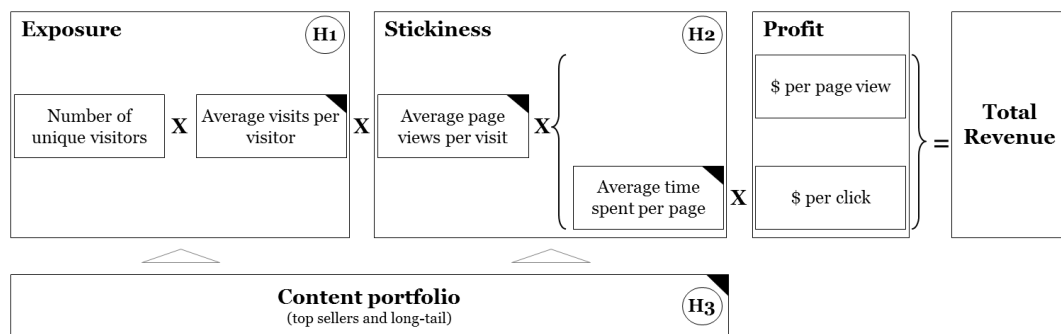
**Concept: Content Portfolio.** With the expansion of online channels and the fact that online stores are able to display a much larger number of products than regular stores, consumption moves away from being concentrated on a small number of popular items only (e.g. [18], [42]). With the help of online search and filtering tools, customers can also search for and discover the lower-selling niche products off the list of top sellers, the so-called “long tail” [2]. The long-tail phenomenon is particularly relevant for information goods and online content (e.g. news, music) that can be digitized and distributed at virtually no cost via the Internet [4]. Due to the fact that production and distribution costs for these goods approach zero, the tail can be extremely long, outplaying the traditional 80/20 Pareto principle of offline channels ([9], [19]). This makes the strategy of extending a top seller portfolio by a substantial long tail promising for online content providers. A long tail portfolio has an increased relevance for a broader audience, since it addresses both mainstream and niche interests. Therefore, it positively affects users’ loyalty (exposure) and their visit duration (stickiness).

**External Factor: Profit.** As described beforehand, most content-based web pages rely on advertising as revenue stream. For online advertising there exist two major classes of pricing models, namely “Cost-per-Mille” (CPM) and “Cost-per-Click” (CPC) pricing [20]. CPM-based pricing is based on the total number of page views of a web page. Advertisers pay for exposure of their banners to a specific audience that is measured per thousand impressions. The problem with CPM advertising is that advertisers are charged even if the target audience does not click on the advertisement. Cost-per-click advertising, the second type of pricing model, overcomes this problem by charging advertisers only when the consumer clicks on the advertisement. So, not only are pure page views important, but also the time a user spends on each page. This is due to the fact that an increased page exposure time concurrently increases the probability that a user clicks on an advertising banner. This phenomenon has been evidenced in different studies (e.g. [10]).



**Outcome: Total Revenue.** The analysis of online customer behavior aims at maximizing the revenue and profitability of the e-business, be it an e-commerce or content-based web page [43]. Based on the previously described performance indicators, the overall revenue of a web page that is based on advertising can be calculated. The resulting revenue is derived from multiplying exposure and stickiness with the profit component.

The five previously described components (i.e. concepts, external factor, and outcome) together form our research framework. This framework creates a relation between the metrics that are relevant to revenue generation of content-based web pages (see figure 1).



**Figure 1: Aggregated Research Framework. Triangles indicate components on which an impact by recommendations is assumed. Hypotheses H1-H3 are formulated to verify that**

Personalization has proven to be a key driver for building up user loyalty towards a web page (e.g. [3],[32]). There are several ways to achieve personalization, with recommender systems being a very promising. Recommender systems provide added value for the user, create a relationship with the user, and attract users to return to the site ([36]). The more a user visits a page the more a recommender system learns about his preferences and, consequently, the recommendations become more accurate. This in turn increases the loyalty again and increases switching costs ([32],[36]). In an experiment with Google News, the frequency of website visits significantly increased for the test group compared with the control group [29]. On average, the frequency of website visits in the test group was 14.1% higher than the control group. We consolidate these findings into the following statement:

#### **Hypothesis 1:**

***Showing personalized recommendations amplifies exposure of content to customers, i.e. personalized recommendations increase average visits per visitor.***

Our research found no sources relating to the impact of recommender systems on the stickiness of web pages. However, there is research that covers related resp. comparable metrics, such as search costs, loyalty, trust, and number of products sold (for e-commerce settings). These insights can be taken as baseline and valuable input for formulation of our second hypothesis. Recommender systems drive down search costs. Thus, they are only needed when search costs are high [12], which particularly applies to online content bases with thousands of accessible content pages. Items with high search costs can particularly profit: showing more recommendations significantly increases their sales figures. For easy-to-find items and small-sized content bases, recommendations could not achieve a major improvement. By decreasing search costs, recommender systems manage to guide users quicker and easier towards information they are looking for and thusly support overcoming the information overflow [15].

Moreover, personalization, which is the core of recommender systems, increases the relevance of shown links on a web page. Most users visit news websites with the attitude of “show me something interesting,” rather than having any specific information goals [14]. Efficient recommenders can help provide users with more relevant content and thus “stick” users to websites and motivate them to click on recommended links, since they fit users’ current preferences [15]. The perception of personalization significantly increases customers’ readiness to build up trust [27]. Trust is especially important in the information-based society, where attention is a scarce resource [15]. An experiment conducted with Google News showed that an enhanced personalization of news recommendations created a more focused reading in the test group [29]. Users seemed to pay more attention and spend more time in the recommended news section. Even when the total amount of attention users were willing to pay per visit stayed constant, they clicked on more recommended news articles. A similar coherence between recommender systems and stickiness is shown by another work [24]. This study analyzed the impact of recommender systems on the number of products that can be sold. In this e-commerce setting it could be observed that recommender systems lead to substitution and not additional consumption; different results were achieved when analyzing other search systems, such as hit lists. A more positive relation between recommender systems and business value can be seen in a study where personalized recommendations were delivered through a mobile internet platform [22]. The effective sales could be increased by up to 3.6 percent as compared with the existing non-personalized system. In summary, there seems to be coherence between the impact of recommender systems and stickiness of a web page. We propose that all in all, the attractiveness of a web page is being increased by recommender systems. This entices users to stay longer on the respective pages and perform more clicks. Thus, we raise the following hypothesis:

## **Hypothesis 2:**

### ***Showing personalized recommendations increases stickiness of a content page.***

- a. Personalized recommendations positively impact the number of page views per visit.*
- b. Personalized recommendations lead to more intensely read content pages.*  
*Thus, the average time spent on a website is increased.*

A focal point of present studies and research related to recommenders’ non-technical impact is on sales concentration respectively diversity. So far, the findings have been derived from e-commerce settings (i.e. online shops recommending products, and not content). Two oppositional trends can be found in literature. There is a small group of mainly older research that found evidence for increase in sales concentration when employing recommender systems (e.g. [31]). This means the popularity of already popular products, so-called blockbusters, is further reinforced. The long tail is focus of the second existing group of research. This much stronger and more recently-active group proves recommender systems help consumers discover new products and thus increase sales diversity ([8],[9],[21]). That means hitherto niche items are being recommended and adjacently read, respectively sold, more often. For example, a study evaluating sales behavior for cigars showed that recommendations stimulate users to buy cigars other than the well-known ones and thus increase sales diversity [41]. This is especially interesting from an up- and cross-selling perspective. We follow the impression of the latter group and deduct our third hypothesis:

**Hypothesis 3:**

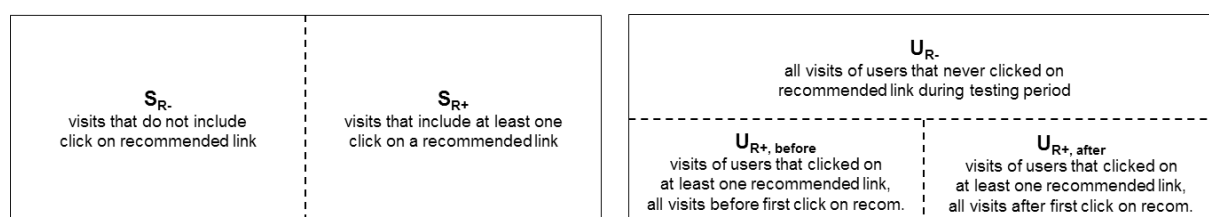
*Personalized recommendations lead to diversity in the visited content base - from recently top viewed content to the long tail: breadth of visited article base, the contents' age as well as the articles' category.*

### 3 Study Design

Our examinations focus on one specific type of content-based web pages, namely online newspapers. Nonetheless, our findings can be easily translated to other content-based services. To evaluate our research framework we are able to conduct a study based on usage data from a major player in the German newspaper market. The site employs a YOOCHOOSE<sup>1</sup> recommender system to provide personalization to its visitors. The dataset for our study is derived from a two-group experiment that recorded usage data from a test group and a control group over a period of one week (24/7). The full dataset comprises of around 300k records<sup>2</sup>. The groups are constituted randomly based on the last digit of the user's session identifier, and they are virtually equal in size (test group = 53,828 unique users, control group = 53,604). Any further characteristics about the groups are not known. During the testing period the test group was provided with "real" personalized recommendations, whereas the control group was shown arbitrary links<sup>3</sup>. We have to hazard the consequences of well-known constraints that arise from collecting anonymous measuring data without user login. For example, the refusal of session cookies, multiple persons using one device, and persons using multiple devices lead to inaccuracy in determining user sessions as well as the uniqueness of users. We assume that this effect is balanced out over the two groups and the large number of observations that we take into account.

### 4 Study Results

In the following, we present an excerpt of results that we derived from our study. For evaluation of data we have clustered the observations into different segments (see figure 2).



**Figure 2: Segmentation of Study Observation Data**

**Hypothesis 1.** The first hypothesis targets at the impact of personalization on the exposure component of a content website (i.e. average visits per user). Firstly, we evaluate the observed data within the test group, and compare users that never clicked on a recommended link with those that have reacted to such a link at least once (i.e.  $U_{R-}$  and  $U_{R+}$ ). The Wilcoxon-Mann-

<sup>1</sup> YOOCHOOSE (www.yoochoose.com) employs a hybrid recommendation engine, combining both stereotype and collaborative filtering algorithms (Inbar et al. 2008).

<sup>2</sup> Three types of events are being recorded: click on link, click on recommended link, and article read.

<sup>3</sup> The personalized recommendations as well as the arbitrary links were shown at the same position and layout on the page.

Whitney test calculates a critical value  $z$  that lies outside the boundaries of the 97.5% confidence interval (see test 1). Hence, the null hypothesis (i.e. actual location shift between distributions of visits is greater than 0) can be rejected. Consequently, the average visits per user are stochastically higher for those users that have clicked on at least one recommendation during the testing period. Hypothesis 1 is accepted for this part. Secondly, we compare the observed values of the test group with the control group. Results of the Wilcoxon-Mann-Whitney test are inconclusive (see test 2). Thus, a significant advantage of the personalized recommendations, i.e. more visits per user, over the arbitrary links cannot be witnessed. Nonetheless, the observations show that personalized recommendations have a positive impact on “converting” users into members of cluster  $U_{R+}$ , which contains the more loyal users. The percentage of users that clicked at least one recommendation ( $U_{R+}$ ) is more than 30% higher for the test group (4.7% of users) compared with the control group (3.5%). This again leads to a higher total average of visits per user. Unfortunately, this effect cannot be fully validated. For interpretation, the position of the recommendations on the web page needs to be taken into account. The recommended links are presented on the lower end of a content page. Thus, they are recognized by a small percentage of visitors only, which results in a limited influence of personalized recommendations on the full usage data set.

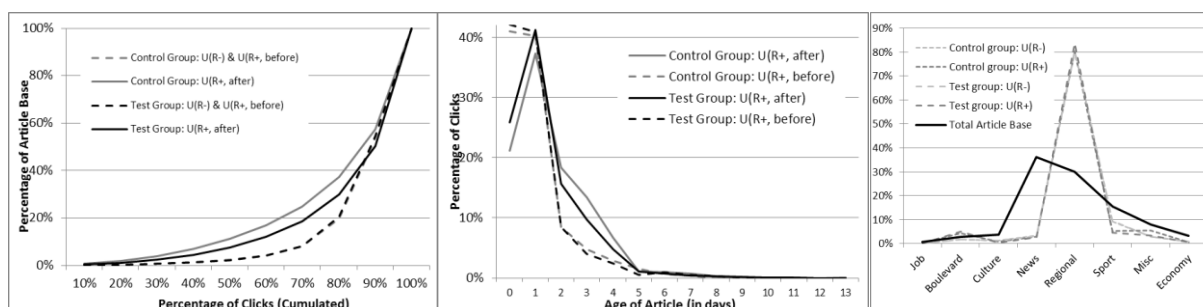
	1) Visits/user		2) Visits/user		3) Clicks/visit		4) Clicks/visit		5) Reads/visit		6) Reads/visit	
	$U_{R-}(t)$	$U_{R+}(t)$	$U_{R+}(t)$	$U_{R+}(c)$	$U_{R-}(t)$	$U_{R+}(t)$	$U_{R+,a}(t)$	$U_{R+,a}(c)$	$S_{R-}(t)$	$S_{R+}(t)$	$U_{R+,a}(t)$	$U_{R+,a}(c)$
$\bar{x}$	1.32	2.45	2.45	2.36	1.37	2.59	2.88	2.81	0.94	2.57	1.09	2.05
$s$	1.03	2.16	2.16	1.91	0.90	2.34	2.51	2.22	0.95	2.14	1.08	1.92
$s^2$	1.06	4.69	4.69	3.65	0.82	5.49	6.29	4.95	0.91	4.62	1.16	3.68
$m / n$	54,063	4,948	4,948	3,567	48,757	4,408	3,397	2,529	65,282	2,246	2,529	3,397
$U$	24,972,877		1,504,519		61,588,508		4,241,732		31,177,482		6,197,921	
interval	$]-\infty; -4.35e-05]$		$]-\infty; 2.91e-05]$		$]-\infty; -0.999999]$		$]-\infty; 6.83-05]$		$]-\infty; -1.000048]$		$[0.99996; \infty[$	
$z$	-5.51e-06		-1.40e-05		-0.999994		-9.91e-07		-1.000047		0.99992	

**Table 1: Overview on results from Wilcoxon-Mann-Whitney tests<sup>4</sup>,  $\alpha = 2.5\%$  for all test runs**

**Hypothesis 2a.** Hypothesis 2a sets the focus of attention to the stickiness of a content page: do personalized recommendations help to extend a single visit of a user (i.e. increase the average number of page views)? Again, we start by evaluating the observed data within the test group ( $U_{R-}$  vs.  $U_{R+}$ ). The observed mean of average page views per visit is considerably higher for the cluster using personalized recommendations ( $\bar{x}_{U_{R+}} = 2.45$ ;  $\bar{x}_{U_{R-}} = 1.32$ ). A Wilcoxon-Mann-Whitney test confirms this assumption (see test 3); the null hypothesis can be rejected. Hence, personalized recommendations entail a significant increase in page views per visit. Hypothesis 2a is accepted for this part. Secondly, we analyze differences in the impact of using recommended links between the test and control group. Results of the Wilcoxon-Mann-Whitney test are inconclusive (see test 4). “Personalization”, even when arbitrary links can be considered as placebo, has a considerable impact as such, but hypothesis 2a cannot be accepted when it comes to showing advantages of personalized recommendations over arbitrary links.

<sup>4</sup> A chi-quadrat-test showed that the observed values are not normally distributed. The Wilcoxon test can be applied since the observed values are ordinal and observations from the respectively compared groups are independent of each other.

**Hypothesis 2b.** When the user visits a page, a read event is triggered after a certain time. We use the number of these events to measure the average visit duration. For evaluation of hypothesis 2b we perform a Wilcoxon-Mann-Whitney test to compare the distributions of read events for visits with and without clicks on recommended links. The observed means of read events per visits show a clear tendency ( $\bar{x}_{SR+} = 2.57$ ;  $\bar{x}_{SR-} = 0.94$ ). The testing confirms this observation. The null hypothesis can be rejected, and hypothesis 2b is accepted for this part. The number of reads per visits is stochastically greater for visits that include clicks on recommendations. Next, we compare the test group's cluster  $U_{R+,after}$  with the control group. Again we employ a Wilcoxon rank sum test, which results in rejection of the null hypothesis stating that the location shift between control group and test group is less than 0. This result is surprising at first sight: the average number of read events per visit is stochastically higher when showing arbitrary recommendation links, and not (as assumed) for personalized recommendations. This result is possibly biased by the way we measure the read events. When a user clicks on an arbitrary recommended link he is pushed into a setting that is (most probably) not linked to the prior page. The user requires a certain time to conceive the context and content of the newly called page. Since the read event is triggered after a certain time, the user is still in the state of getting familiar with the new context and not really reading yet. Read events that follow clicks on a personalized recommendation consequently exhibit a higher probability that the content has been really consumed.



**Figure 3:** a) Clicks in relation to visited articles; b) ... to age of articles; c) ... to categories

**Hypothesis 3.** The diversity of visited content can be evaluated along different dimensions. Firstly, we evaluate the impact on the breadth of the visited article base. For all users that have not clicked on any recommended link, the breadth of the visited article base follows the Pareto principle (80/20), i.e. 80% of the clicks address 20% of the article base. This behavior changes when users start to use recommended links. As figure 3a shows the diversity of visited articles considerably increases. For personalized recommendations 80% of the clicks are distributed to 30% of the article base. The effect is even stronger for arbitrary links, where the ratio amends to 80/40. The differences between the effects of personalized recommendations and arbitrary links can be explained by the nature of the employed recommender engine. It proposes articles to the user that are “closer” to the original content. To further substantiate the results, we perform a chi-square-test (cross tab) to compare the percentage of viewed article base with the percentage of clicks (for test group:  $U_{R-} \& U_{R+,before}$  vs.  $U_{R+,after}$ ). The test value  $X^2$  (76.88) exceeds the critical value (10.83) for a significance level of 99.9% (dimension factor = 1). Hence, the null hypothesis (i.e. coverage of article base is similarly distributed for both standard and recommended links) can be rejected. Novelty of the visited content is the second dimension that is assumed to be impacted by personalized recommendations. The impact of recommended links on the age

of visited articles is being shown in figure 3b. Again the recommendations lead to a more widespread consumption of articles, i.e. articles that are older than one day are more frequently being accessed. On the contrary, very current articles (i.e. age < 1 day) are being less visited. As for the breadth of article base, the arbitrary links generate a broader spread. Thirdly, drawing the distribution of clicks over the articles' categories shows a surprising result (figure 3c): the distributions seem to be similar for all user clusters (across both the test and control group), and the considerably deviate from the distribution of the total article base. This can be explained by the way the newspaper's website is structured. Since the dataset is derived from a regional newspaper, regional news is very strongly featured on the landing page. Recommended links are not being shown on the landing page, but only on the actual news articles. Consequently, the user is already impaired with a certain content focus when being exposed to the first recommended link. Summing up, hypothesis 3 is accepted concerning the effects related to the breadth and novelty of the visited articles.

## 5 Managerial Implications and Conclusion

Content providers are searching for viable business models in the Internet. Currently, a revenue stream based on advertising seems to be most promising. Therefore, content providers need to attract their visitors with relevant and personalized content. As our study in an online newspaper setting demonstrates, recommender systems can contribute to this and significantly improve the revenue stream of a content provider. The study results suggest that recommender systems entail a positive influence on key business performance indicators of a content business model, namely exposure, stickiness and the content portfolio. The exposure is significantly improved by increasing the users' loyalty. Stickiness is amended as well: the length of stay both in terms of page views and time spent on the page are positively affected. Furthermore, personalized recommendations entail the consumption of a broader range of content both in dimension of varied articles and contents' novelty. In the near future, we plan to conduct further evaluations to compare effects of different recommender systems (e.g. popularity). Moreover, we want to extend our research to the actual content to evaluate whether recommendations within or across different categories entail diverse effects.

## 6 References

- [1] Adomavicius, G., and Tuzhilin, A. 2005. "Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-art and Possible Extensions," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* (17:6):734-749.
- [2] Anderson, C. 2006. *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*, New York, N.Y.: Hyperion.
- [3] Ansari, A., Essegiaier, S., and Kohli, R. 2000, "Internet Recommendation Systems," *Journal of Marketing Research* (37):363-375.
- [4] Bakos, Y., and Brynjolfsson, E. 2000. "Bundling and Competition on the Internet," *Marketing Science* (19:1):63-82.
- [5] Bhat, S., Bevans, M., and Sengupta, S. 2002. "Measuring Users' Web Activity to Evaluate & Enhance Advertising Effectiveness," *Journal of Advertising* (31:3):97-106.

- [6] Booth, D., and Jansen, B. J. 2008. "A review of methodologies for analyzing websites," *Handbook of Research on Web Log Analysis* (143):141-162.
- [7] Briggs, R. and Hollis, N. 1997. "Advertising on the Web: Is There Response before Click-Through?," *Journal of Advertising Research* (37:2):33-45.
- [8] Brynjolfsson, E., Hu, Y., and Smith, M. 2006. "From Niches to Riches: The Anatomy of the Long Tail," *Sloan Management Review*, (47:4):67-71.
- [9] Brynjolfsson, E., Hu, Y., and Simester, D. 2007. "Goodbye Pareto Principle, Hello Long Tail: The Effect of Search Costs on the Concentration of Product Sales," MIT Center for Digital Business - Working Paper.
- [10] Bucklin, R., and Sismeiro, C. 2003. "A Model of Web Site Browsing Behavior Estimated on Click-stream Data," *Journal of Marketing Research* (40:3):249-267.
- [11] Burby, J., and Brown, A. 2007. *Web Analytics Definitions – Version 4.0*, Wakefield, MA: Web Analytics Association.
- [12] Chen, P., Wu, S., and Yoon, J. 2004. "The Impact of Online Recommendations and Consumer Feedback on Sales," in *ICIS 2004 Proceedings*, Paper 58.
- [13] Clemons, E., Gu, B., and Lang, K. 2002. "Newly-Vulnerable Markets in an Age of Pure Information Products: An Analysis of Online Music and Online News," in *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences*, p. 218.
- [14] Das, A. S., Datar, M., Garg, A., and Rajaram, S. (2007), "Google News Personalization: Scalable Online Collaborative Filtering," in *Proceedings of the 16th International Conference on WWW*, ACM:271-280.
- [15] Davenport, Thomas H. and John C. Beck (2001), "The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business." Boston: Harvard Business School Press.
- [16] Demers, E., and Lev, B. 2001. "A Rude Awakening: Internet Shakeout in 2000," *Review of Accounting Studies* (6:2-3):331-359.
- [17] Dias, M. B., Locher, D., Li, M., El-Deredy, W., and Lisboa, P. J. G. 2008. "The Value of Personalised Recommender Systems to E-Business: a Case Study," in *Proceedings of the 2008 ACM conference on Recommender systems*:291-294.
- [18] Elberse, A., and Oberholzer-Gee, F. 2006. *Superstars and Underdogs: An Examination of the Long Tail Phenomenon in Video Sales*, Boston, MA: Harvard Business School.
- [19] Elberse, A. 2008. "Should You Invest in the Long Tail?," *Harvard Business Review* (86:7-8), p. 88.
- [20] Evans, D. S. 2009. "The Online Advertising Industry: Economics, Evolution, and Privacy," *Journal of Economic Perspectives* (23:3):37-60.
- [21] Fleder, D., and Hosanagar, K. 2009. "Blockbuster Culture's Next Rise or Fall: Impact of Recommender Systems on Sales Diversity," *Management Science* (55:5):697-712.
- [22] Hegelich, K., and Jannach, D. 2009. "Effectiveness of Different Recommender Algorithms in the Mobile Internet," in *Proceedings of the Third ACM Conference on Recommender Systems*:205-208.

- [23] Herlocker, J., Konstan, J., Terveen, L., and Riedl, J. 2004. "Evaluating Collaborative Filtering Recommender Systems," *ACM Trans. on Information Systems* (22:1):5-53.
- [24] Hinz, O., and Eckert, J. 2010. "The Impact of Search and Recommendation Systems on Sales in Electronic Commerce," *Business & Information Systems Engineering* (2:2):67-77.
- [25] Inbar, O., Ben-Asher, N., Porat, T., Mimran, D., Shapira, B., Shoval, P., Meyer, J., Tractinsky, N. 2008. "All The News that's Fit to E-Ink," in *Proceedings of CHI 08 - Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*:3621-3626.
- [26] Kind, H. J., Nilssen, T., and Sørsgard, L. 2009. "Business Models for Media Firms: Does Competition Matter for How They Raise Revenue?," *CESifo Working Paper* (2713).
- [27] Komiak, S., and Benbasat, I. 2006. "The Effects of Personalization and Familiarity on Trust and Adoption of Recommendation Agents," *MIS Quarterly* (30:4):941-960.
- [28] Kumar, N., and Benbasat, I. 2006. "The Influence of Recommendations & Consumer Re-views on Evaluations of Websites," *Information Systems Research* (17:4):425-439.
- [29] Liu, J., Dolan, P., and Pedersen, E. R. 2010. "Personalized News Recommendation Based on Click Behavior," in *Proceedings of the 14th International Conference on Intelligent User Interfaces*:31-40.
- [30] Mings, S. and White, P. 2000. "Profiting from Online News: The Search for Viable Business Models," in *Internet publishing & beyond*, B. Kahin & H. Varian (eds.), pp.62-96.
- [31] Mooney, R. and Roy, L. 2000. "Content-based Book Recommending Using Learning for Text Categorization," in *Proc. of 5th ACM Conference on Digital Libraries*, pp.195-204.
- [32] Pathak, B., Garfinkel, R., Gopal, R. D., Venkatesan, R., and Yin, F. 2010. "Empirical Analysis of the Impact of Recommender Systems on Sales," *Journal of Management Information Systems* (27:2), p. 159-188.
- [33] Peterson, E. 2006. "Web Analytics Demystified: The Big Book of Key Performance Indicators", *Web Analytics Demystified*, Inc.
- [34] Resnick, P., Iakovou, N., Sushak, M., Bergstrom, P., and Riedl, J. 1994 "GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews," in *Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*:175-186.
- [35] Resnick, P., and Varian, H. R. 1997. "Recommender Systems," *Communications of the ACM* (40:3):56-58.
- [36] Schafer, J. B., Konstan, J., and Riedl, J. 1999. "Recommender Systems in E-Commerce," in *Proc. of the 1st ACM Conference on Electronic Commerce*:158-166.
- [37] Senecal, S., and Nantel, J. 2004. "The Influence of Online Product Recommendations on Consumers' Online Choices," *Journal of Retailing* (80:2):159-169.
- [38] Srinivasan, S. S., Anderson, R., and Ponnnavolu, K. 2002. "Customer Loyalty in E-Commerce: an Exploration of its Antecedents and Consequences," *Journal of Retailing* (78:1):41-50.
- [39] Thurman, N. J., and Herbert, J. 2007. "Paid Content Strategies for News Websites: An Empirical Study of British Newspapers' Online Business Models," *Journalism Practice* (1:2):208-226.



- [40] van der Wurff, R., Lauf, E., Balčytienė, A., Fortunati, L., Holmberg, S. L., Paulussen, S., and Salaverría, R. 2008. "Online and Print Newspapers in Europe in 2003. Evolving Towards Complementarity," *Communications* (33:4):403-430.
- [41] Zanker, M., Bricman, M., Gordea, S., Jannach, D., and Jessenitschnig, M. 2006. "Persuasive Online-selling in Quality and Taste domains," in *Proceedings of 7th Conference on Electronic Commerce and Web Technologies*:51-60.
- [42] Zhu, F., and Zhang, X. 2010. "Impact of online consumer reviews on sales: The moderating role of product and consumer characteristics," *Journal of Marketing* (74:2):133-148.
- [43] Zumstein, D., and Meier, A. 2010. „Web-Controlling - Analyse und Optimierung der digitalen Wertschöpfungskette mit Web Analytics," In: *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2010, Göttingen*:299-311.



# **IKT-gestützte Unternehmenskommunikation**



# Informationsüberlastung durch E-Mails – Ein Modell der Auslöser

## **Sebastian Kammerer**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [sebastian.kammerer@wiso.uni-erlangen.de](mailto:sebastian.kammerer@wiso.uni-erlangen.de)

## **Jochen Hetzenecker**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [jochen.hetzecker@wiso.uni-erlangen.de](mailto:jochen.hetzecker@wiso.uni-erlangen.de)

## **Sebastian Sprenger**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [sebastian.sprenger@wiso.uni-erlangen.de](mailto:sebastian.sprenger@wiso.uni-erlangen.de)

## **Michael Amberg**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [michael.amberg@wiso.uni-erlangen.de](mailto:michael.amberg@wiso.uni-erlangen.de)

## **Abstract**

In diesem Artikel wird, basierend auf den etablierten Modellen von Dabbish und Kraut sowie Franz, ein Modell zur Darstellung der Auslöser von Informationsüberlastung durch E-Mails abgeleitet. Die Ausgangsmodelle werden um zusätzliche Auslöser erweitert, welche im Rahmen einer Literaturanalyse hochrangiger IS Journals und IS Conferences identifiziert wurden. Das entwickelte Modell beinhaltet 14 divergierende Ursachen für die Informationsüberlastung durch E-Mails in den Kategorien „Merkmale der Informationen“, „Technische Merkmale“ und „Persönliche Merkmale“. Darüber hinaus beeinflussen die vier Moderatorvariablen „Alter“, „Geschlecht“, „E-Mail-Client“ und „Zugangsart“ die Wirkung der Auslöser auf die Informationsüberlastung durch E-Mails. Zur späteren Validierung des Modells wurden für die Variablen entsprechende Konstrukte identifiziert bzw. abgeleitet.

## **1 Einleitung und Motivation**

Digitale Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wie E-Mail, Instant Messaging oder Social Networks sind aus der heutigen Arbeitswelt nicht mehr wegzudenken (vgl. [22]). Ihr Erfolg ist – im Vergleich zu klassischen Möglichkeiten des Informationsaustausches und der Kommunikation – primär auf die Möglichkeit der äußerst günstigen, schnellen sowie zeit- und ortsunabhängigen Beschaffung und Verbreitung von Informationen zurückzuführen (vgl. [11]).

Darüber hinaus trägt die Zunahme des mobilen Zugriffs zu einem Anstieg der Verfügbarkeit von Informationen bei (vgl. [3]). Durch die schnelle Zustellung digitaler Nachrichten macht es folglich kaum einen Unterschied, ob man diese an einen Kollegen am gegenüberliegenden Schreibtisch oder nach Neuseeland versendet. Unter den in Unternehmen eingesetzten digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien stellt E-Mail das derzeit am weitest verbreitete Medium dar (vgl. [8, 9, 11]). Aus diesem Grund fokussiert dieser Artikel im weiteren Verlauf auf die Kommunikation per E-Mail.

Einhergehend mit den genannten Vorteilen ist jedoch immer öfter ein Rückgang der Gewissenhaftigkeit zu beobachten, mit der Sender Nachrichten formulieren oder die Zielgruppe einer Mitteilung festlegen (vgl. [11]). Hierdurch werden Mitarbeiter heutzutage vor neue Herausforderungen hinsichtlich Qualität und Quantität der von ihnen zu verarbeitenden Informationen gestellt. Fühlen sich diese damit überfordert, spricht man von Informationsüberlastung (vgl. [9]).

Diese Überlastung kann sich dabei nicht nur negativ auf das Befinden des einzelnen Mitarbeiters, sondern auch negativ auf den Erfolg des Unternehmens auswirken. Laut einer Studie aus 2009 „[...] lagen die Kosten durch Informationsüberlastung im Jahr 2008 für die gesamte US-Wirtschaft bei ca. 650 Mrd. US-Dollar“ (vgl. [21], S. 3). Dieses Ergebnis untermauert, dass für Unternehmen in diesem Bereich erhebliches Verbesserungspotenzial besteht. Zur Entwicklung und Umsetzung zielgerichteter Gegenmaßnahmen ist allerdings das Wissen um die relevanten Auslöser der Informationsüberlastung ausschlaggebend. Ziel dieses Artikels ist es, die Auslöser der Informationsüberlastung durch E-Mails zu identifizieren und – ergänzt um moderierende Einflussfaktoren – in einem systematischen Modell abzubilden. Der Artikel untersucht daher folgende Frage: *„Welche Auslöser für Informationsüberlastung durch E-Mails gibt es und welche weiteren Einflussfaktoren wirken auf diesen Zusammenhang?“*.

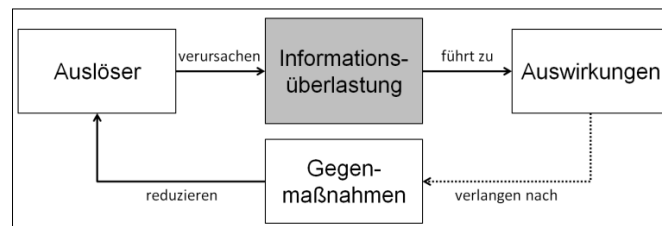
## 2 Theoretische Grundlagen der Informationsüberlastung

Das Thema Informationsüberlastung beschäftigt verschiedene wissenschaftliche Disziplinen bereits seit den 70er Jahren. Forschungen in diesem Gebiet fanden bisher vor allem in den Bereichen „Organisationswissenschaften“, „Rechnungswesen“, „Marketing“ und „Psychologie“ statt. Das noch nicht ausgeschöpfte Potenzial des Themas „Informationsüberlastung“ in der Wirtschaftsinformatik verdeutlicht eine interdisziplinäre wissenschaftliche Literaturanalyse zum Thema Informationsüberlastung aus dem Jahr 2004 von Eppler und Mengis. Im Rahmen dieser wurden 97 relevante Artikel identifiziert. Lediglich sieben Artikel ließen sich direkt der Wirtschaftsinformatik zuordnen, weitere sechs Artikel sind an der Schnittstelle zwischen Wirtschaftsinformatik und einer der anderen genannten Disziplinen angesiedelt. (vgl. [13])

Für den Begriff „Informationsüberlastung“ existiert derzeit in der Wirtschaftsinformatik keine einheitliche Definition. Die Kernaussagen der häufig verwendeten Definitionen sind allerdings sehr ähnlich, wobei der Begriff „Information Overload“ im Folgenden synonym zu den deutschen Begriffen „Informationsüberlastung“ bzw. „Informationsüberflutung“ zu verstehen ist. Nach Park, Lee und Han tritt Informationsüberlastung auf, „[...] when the volume of information supply exceeds the capacity of an individual“ ([20], S. 198). Ähnlich beschreiben Liang, Lai und Ku Informationsüberlastung als den Zustand, wenn „[...] users are given more information than they can handle within a given time frame“ ([18], S. 49). Speier und Morris behaupten, „[...] overload occurs when there is more information available than necessary for processing a task and where this extraneous information has a detrimental effect on decision quality“ ([23], S. 368).

Diese Definitionen verdeutlichen, dass die Menge der Informationen als einer der wichtigsten Einflussfaktoren gesehen wird. Weitere Definitionen, wie „[...] many users experience information overload (IO) [as] a phenomenon of being unable to select relevant information“ ([17], S. 1) von Koroleva, Krasnova und Günther lassen darüber hinaus den Rückschluss zu, dass weitere Ursachen für Informationsüberlastung existieren.

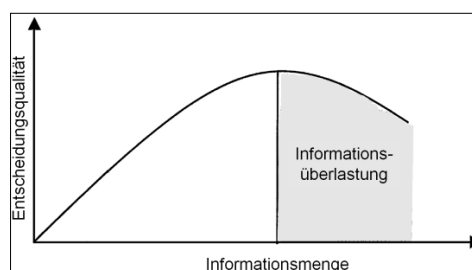
Auslöser und Auswirkungen der Informationsüberlastung stellen in der Wirtschaftsinformatik die Schwerpunkte bisheriger Forschungsaktivitäten dar. Ergänzt werden diese durch die Gegenmaßnahmen, deren Ziel die Reduzierung der Auslöser ist. (vgl. [13])



**Bild 1:** Konzept der Informationsüberlastung (eigene Darstellung, in Anlehnung an [13])

Unter Auslösern (vgl. Bild 1) werden die Ursachen zusammengefasst, die für die Informationsüberlastung von Mitarbeitern verantwortlich sind. Um entsprechende Gegenmaßnahmen entwickeln zu können, ist es zunächst notwendig die tatsächlichen Auslöser zu kennen. Aus diesem Grund fokussiert dieser Artikel auf den Bereich der Auslöser, weshalb zur genaueren Spezifikation dieser auf die Literaturanalyse sowie das abgeleitete Modell in Kapitel 3 verwiesen wird.

Der Zusammenhang zwischen Auslösern und Auswirkungen sei im Folgenden anhand eines Beispiels kurz verdeutlicht: Die Menge der erhaltenen Informationen eines Mitarbeiters soll hierbei als möglicher Auslöser dienen (vgl. [18, 20, 23]). Als Auswirkung der Informationsüberlastung wird exemplarisch die Qualität getroffener Entscheidungen untersucht (vgl. [13]). Betrachtet man die Qualität der durch die Mitarbeiter getroffenen Entscheidungen, so wirkt eine zunehmende Anzahl an Informationen zunächst positiv auf diese. Der Effekt zunehmender Güte von Entscheidungen kehrt sich ab einer gewissen Informationsmenge jedoch um. Die Theorie der Informationsüberlastung sieht daher schlechte Entscheidungen als eine mögliche Auswirkung einer zu großen Menge an Informationen. (vgl. [13])



**Bild 2:** Informationsmenge als Auslöser schlechter Entscheidungen (eigene Darstellung, in Anlehnung an [13])

Im weiteren Verlauf dieses Artikels ist daher bei Verwendung des Begriffs Auswirkungen immer die negative Ausprägung durch die Überlastung mit Informationen gemeint. Diese lassen sich in Auswirkungen auf persönlicher Ebene und Unternehmensebene unterteilen (vgl. [13]). Stress

und Verwirrung des Mitarbeiters stellen im obigen Beispiel Auswirkungen auf persönlicher Ebene dar. Die Auswirkungen falscher Entscheidungen beziehen sich dagegen auf die Unternehmensebene.

Gegenmaßnahmen zielen auf eine Reduzierung der Informationsüberlastung ab. In Bild 1 wird dieser Bereich als Schnittstelle zwischen Auswirkungen und Auslösern visualisiert. Gegenmaßnahmen knüpfen an den Auswirkungen an und sollen durch eine Reduzierung der Auslöser für einen Rückgang der Informationsüberlastung sorgen (vgl. [12]). Die Herausforderung erfolgreicher Gegenmaßnahmen liegt folglich in dem Wissen über die tatsächlichen Auslöser.

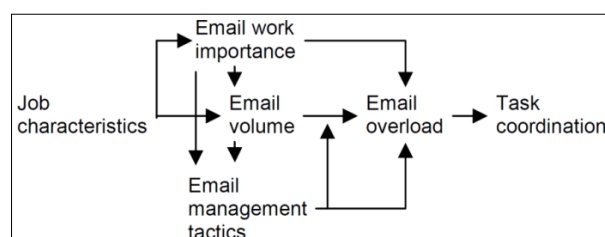
### 3 Modell der Informationsüberlastung

Basierend auf den Modellen von Dabbish und Kraut [9] sowie Franz [14] wird in diesem Kapitel ein Modell zur Darstellung der Auslöser von Informationsüberlastung durch E-Mails abgeleitet. Die vorhandenen Modelle (Kapitel 3.1) wurden um die Erkenntnisse aus einer Literaturanalyse (Kapitel 3.2) erweitert.

#### 3.1 Vorhandene Modelle

Das von Dabbish und Kraut entwickelte Modell (vgl. Bild 3) stellt den Einfluss des Arbeitsumfelds („Job characteristics“) auf die Informationsüberlastung der Mitarbeiter dar. Die Autoren definieren als unabhängige Variablen die Auslöser „Wichtigkeit von E-Mails für die tägliche Arbeit“, „E-Mail-Volumen“ und „Strategien zur Bearbeitung von E-Mails“. Als abhängige Variable wird die Informationsüberlastung durch E-Mails herangezogen, im Modell als „E-Mail Overload“ bezeichnet. Zur Messung der latenten Variablen (vgl. Kapitel 3.3) entwickelten die Autoren Konstrukte. Diese wurden hinsichtlich der entsprechenden Güte-kriterien (Reliabilität, Validität, Objektivität) positiv getestet und lassen sich daher auch in dem in Kapitel 3.3 entwickelten Modell weiter verwenden (vgl. [9]).

Als Kritik an dem Modell von Dabbish und Kraut ist zu nennen, dass als mögliche Auslöser – außer der Anzahl der E-Mails – keine weiteren Eigenschaften der Informationen selbst einfließen. Qualitative Kriterien, wie bspw. die Komplexität oder Relevanz der Informationen werden in dem Modell nicht als Einflussfaktor berücksichtigt. (vgl. [9])



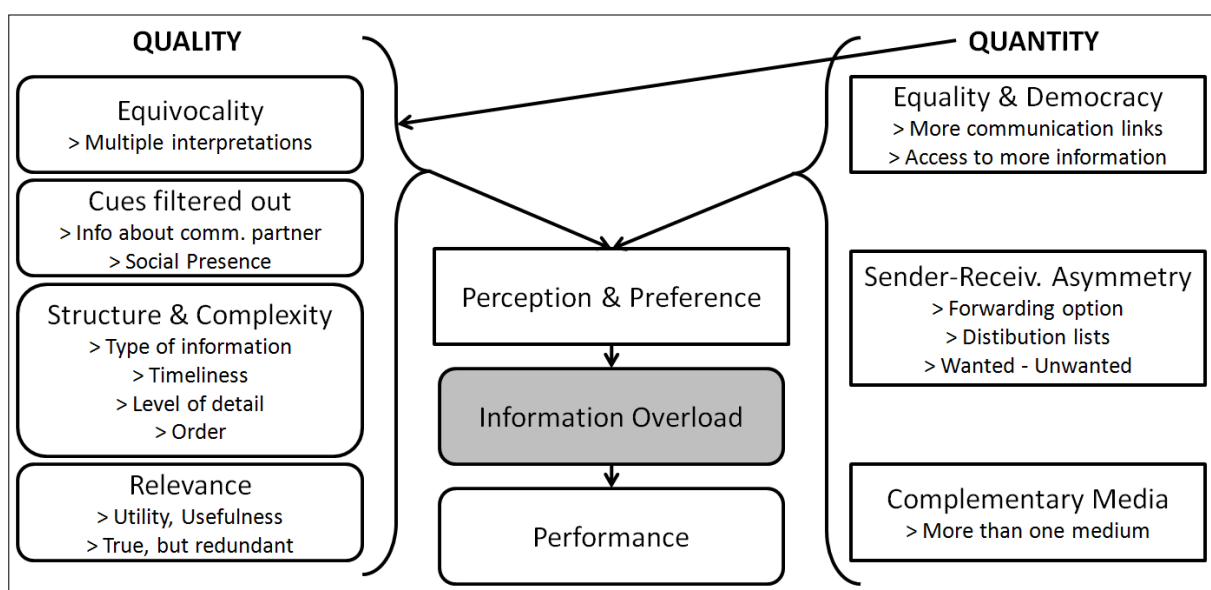
**Bild 3:** Auslöser von Informationsüberlastung nach Dabbish und Kraut ([9], S. 432)

Das von Franz aufgestellte Modell hingegen fokussiert stark auf die Eigenschaften der Informationen als Auslöser von Informationsüberlastung. Es differenziert dabei in quantitative und qualitative Eigenschaften der Informationen als mögliche Ursachen. Unter Qualität der Informationen fasst das Modell die Bereiche Doppeldeutigkeit (verschiedene Interpretationsmöglichkeiten), soziale Präsenz (Gefühl der Zugehörigkeit und Interaktion zwischen Menschen), Struktur und Komplexität sowie die Relevanz der Informationen zusammen. Die Möglichkeit des Erhalts von



Informationen über verschiedene Quellen, die Asymmetrie zwischen Sender und Empfänger durch bspw. Verteilerlisten und die Möglichkeit des Erhalts über verschiedene Medien werden unter dem quantitativen Aspekt subsumiert. (vgl. [14])

Bei der Entwicklung des Modells wurden von Franz einige Einschränkungen getroffen, welche die Möglichkeit zur Adaption auf die generelle Nutzung elektronischer Nachrichten einschränken. Zum einen konzentriert sich die Untersuchung primär auf räumlich verteilte, so genannte virtuelle Teams. Des Weiteren werden – im Gegensatz zu dem Modell von Dabbish und Kraut – ausschließlich Eigenschaften der Informationen selbst als Auslöser einer Informationsüberlastung identifiziert. Darüber hinausgehende Einflussfaktoren, wie die Relevanz von E-Mails im Arbeitsalltag oder die Art der persönlichen E-Mail-Organisation, sind nicht Bestandteil des Modells. Außerdem beschränkt sich die Aussagefähigkeit auf die computergestützte Kommunikation über Lotus Notes, welches im Rahmen der empirischen Validierung verwendet wurde. (vgl. [14])



**Bild 4:** Auslöser von Informationsüberlastung nach Franz (eigene Darstellung nach [14])

Die Selektierung der Auslöser stellt die wesentliche Limitierung beider Modelle dar. Während Dabbish und Kraut die Eigenschaften der Informationen selbst nur rudimentär betrachten, konzentriert sich Franz ausschließlich auf diese. Als weitere Erkenntnis aus beiden Modellen lässt sich festhalten, dass die Informationsüberlastung durch eine direkte Befragung der betroffenen Personen zur Erlangung valider Ergebnisse nur sehr eingeschränkt möglich ist und daher über entsprechende Konstrukte erfolgen muss. Aus diesem Grund sollen für die Validierung des in diesem Artikel abgeleiteten Modells ebenfalls Konstrukte zur Messung der Informationsüberlastung verwendet werden.

### 3.2 Identifikation der Auslöser und Moderatoren

Zur Erweiterung der in Kapitel 3.1 vorgestellten Modelle erfolgte eine Literaturanalyse hochrangiger IS Journals und IS Conferences. Ziel der Analyse war die Identifikation der in der Wissenschaft bekannten Auslöser der Informationsüberlastung durch E-Mails. Um den Anforderungen von Webster und Watson [24] an eine qualitativ hochwertige Literaturanalyse gerecht zu werden, erfolgte die Selektion der Artikel unabhängig von der verwendeten Forschungsmethode oder

geografischen Herkunft. Um darüber hinaus zu verhindern, dass durch die Fokussierung auf ausgewählte Journals und Conferences relevante Informationen übersehen werden, wurden im Anschluss an die Auswertung der selektierten Artikel auch häufig zitierte fachfremde Artikel hinsichtlich zusätzlicher Erkenntnisse untersucht. (vgl. [24])

Als Basis der durchgeführten Literaturanalyse dienten zwei Arbeiten: Der von Edmunds und Morris 2000 veröffentlichte Artikel „The problem of information overload in business organisations: a review of the literature“ (vgl. [12]) sowie der im Jahr 2004 erschienene Beitrag „The Concept of Information Overload: A Review of Literature from Organization Science, Accounting, Marketing, MIS, and Related Disciplines“ von Eppler und Mengis (vgl. [13]). Zur Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstands wurden 28 weitere IS Journals und IS Conferences nach relevanten Beiträgen durchsucht – als Suchbegriffe dienten „Information Overload“ bzw. „Informationsüberlastung“. Um zu gewährleisten, dass hinter den Artikeln ein entsprechendes wissenschaftliches Fundament steht, wurde auf Veröffentlichungen mit einer Länge von mindestens vier Seiten eingeschränkt. Da die Literaturanalyse eine Erweiterung der bereits durchgeführten Analysen aus den Jahren 2000 und 2004 darstellt, konnte die Fokussierung auf Beiträge ab dem Jahr 2000 erfolgen. Darüber hinaus wurden Beiträge berücksichtigt, welche zwar außerhalb des betrachteten Zeitraums liegen und auch nicht in den Literaturanalysen von Eppler und Mengis bzw. Edmunds und Morris enthalten sind, jedoch in den gefundenen Artikeln häufig zitiert wurden (vgl. [24]).

Abstract, Einleitung und Zusammenfassung der identifizierten 141 Artikel bzw. Konferenzbeiträge wurden hinsichtlich Relevanz für das Thema „Informationsüberlastung durch digitale Informations- und Kommunikationsmedien“ gelesen. Nicht relevante Artikel wurden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Aus den verbliebenen 37 Artikeln wurden 28 Beiträge selektiert, die zur Ableitung bzw. Erweiterung des Modells beitragen konnten.

Das Codieren des Inhalts der ausgewählten Quellen ergab insgesamt 102 Nennungen zu Auslösern von Informationsüberlastung durch digitale Informations- und Kommunikationsmedien. Diese wurden – aufgrund identischer oder sehr ähnlicher Mehrfachangaben – zu 19 unterschiedlichen Codes zusammengefasst. Allgemein formulierte Auslöser wurden auf das Medium E-Mail adaptiert; hierzu zählt bspw. das häufig genannte Item „Menge der Informationen“. In einem letzten Schritt erfolgte die finale Aggregation inhaltlich sehr ähnlicher Codes zu 14 divergierenden Auslösern. So wurden bspw. die Codes „unaufgeräumter bzw. unübersichtlicher Posteingang“ sowie „Sammeln und Aufheben aller Informationen“ zu dem Auslöser „E-Mail-Organisation“ zusammengefasst. Das Ergebnis der Literaturanalyse ist in Tabelle 1 (Kapitel 3.3) ersichtlich.

Zusätzlich ließen sich aus der betrachteten Literatur noch vier Moderatorvariablen ableiten. Folgende Moderatoren wirken beeinflussend auf die Beziehung zwischen den Auslösern und der Informationsüberlastung durch E-Mails (vgl. [1], S. 2f.):

- Geschlecht des E-Mail-Empfängers (vgl. [2, 16]),
- Art des Zugangs zu E-Mails (mobil vs. stationär) (vgl. [3]),
- Alter des E-Mail-Empfängers (vgl. [10]),
- Verwendeter E-Mail-Client des Empfängers (vgl. [9]).

Der Einfluss einer unabhängigen Variable auf die Informationsüberlastung wird somit zusätzlich von der Ausprägung der jeweiligen Moderatorvariable beeinflusst.

### 3.3 Darstellung des Modells

Das folgende Modell erweitert die Erkenntnisse von Dabbish und Kraut sowie Franz (vgl. Kapitel 3.1) um die in der Literaturanalyse (vgl. Kapitel 3.2) identifizierten Auslöser und Moderatorvariablen.

Um das Modell validieren zu können, wird bei der folgenden Beschreibung der Variablen auch darauf eingegangen, wie sich die jeweiligen Ausprägungen im Rahmen einer empirischen Studie erheben lassen. Dabei unterscheidet das Modell die Einflussgrößen in unabhängige Variablen (UV) und Moderatoren (M), welche auf die abhängige Variable (AV) wirken.

Da sich latente Variablen nicht direkt beobachten lassen, müssen diese über beobachtbare (manifeste) Variablen operationalisiert, d.h. messbar gemacht werden (vgl. [4], S. 11). Dies erfolgt in dem vorliegenden Modell durch Konstrukte. Die Kombination der Bestandteile eines Konstrukts lässt dabei auf die Ausprägung der latenten Variable schließen. Fragen eines Konstrukts werden im Folgenden auch als Fragenbatterie bezeichnet. Differenziert wird in dem Modell zwischen der Abfrage über getestete Konstrukte aus der Literatur und der Abfrage über neu entwickelte Konstrukte. Die Verwendung vorhandener Konstrukte aus der wissenschaftlichen Literatur stellt den Idealfall dar, da diese bereits hinsichtlich Erfüllung der geforderten Gütekriterien getestet wurden. Da jedoch nicht für jedes Item des entwickelten Modells ein getestetes Konstrukt identifiziert werden konnte, wurden für die latenten Variablen ohne vorhandenes Messinstrument eigene Fragenbatterien entworfen. Ziel war auch hierbei die Entwicklung von Fragen anhand vorhandener Kriterien. Beispielsweise wurden zur Erstellung der Einzelfragen bzgl. „Funktionen E-Mail-Client“ Fragen auf Basis der (in einer zusätzlichen Analyse ermittelten) wichtigsten Einzelfunktionen eines E-Mail-Clients zusammengefasst.

Zur späteren Validierung des Modells – unter Verwendung der Konstrukte – muss außerdem definiert werden, ob die Konstrukte reflektiv oder formativ behandelt werden. Dabei sind Konstrukte generell als reflektiv zu behandeln, wenn „[...] eine Veränderung der latenten Größe eine Veränderung aller Indikatorvariablen bedingt [...]“ ([4], S. 415). Da im Falle der definierten Konstrukte jedoch „[...] die direkt beobachtbaren Variablen die Ursache für die latente Größe darstellen“ ([4], S. 415), können die entwickelten Fragenblöcke bei der Validierung durchgehend formativ behandelt werden.

Als weitere Möglichkeit besteht die direkte Abfrage eines Items über jeweils eine konkrete Frage. Dieser Fragentyp findet bei direkt beobachtbaren bzw. mess- oder abfragbaren Variablen Anwendung. Die gewählten Moderatoren (z.B. Alter, Geschlecht), aber auch einige unabhängige Variablen (z.B. die Abrufhäufigkeit von E-Mails), sind Beispiele für direkt abfragbare Items in dem abgeleiteten Modell.

Tabelle 1 stellt alle Variablen des Modells dar. Diese beinhaltet die unabhängigen Variablen („UV“; Nr. 1-14), die Moderatorvariablen („M“; Nr. 15-18) sowie die Informationsüberlastung als abhängige Variable („AV“, Nr. 19-20), die über zwei unterschiedliche Konstrukte gemessen werden kann.

Nr.	Variablenname inkl. Typ	Variablenbeschreibung bzw. verwendete Frage	Messinstrument
1	Anzahl E-Mails (UV)	Abfrage der Anzahl an E-Mails, welche ein Mitarbeiter durchschnittlich pro Arbeitstag empfängt, liest und versendet (vgl. [9], S. 434)	Konstrukt von Dabbish und Kraut (vgl. [9])
2	Qualität des Inhalts (UV)	Abfrage der Komplexität des Inhalts sowie der inhaltlichen Qualität erhaltener E-Mails (vgl. [17], S. 2)	Neues Konstrukt (zehn Items) bzgl. Verständlichkeit, Aktualität etc. empfangener E-Mails
3	Relevanz des Inhalts (UV)	Abfrage, wie relevant bzw. interessant die Information einer E-Mail für den Mitarbeiter ist (vgl. [8], S. 76)	Neues Konstrukt (neun Items) bzgl. u.a. doppelten, fehlgeleiteten E-Mails und Nachrichten in Kopie
4	Darstellung / Layout (UV)	Abfrage, ob der Mitarbeiter – aus seiner Sicht – E-Mails mit „schlechtem“ Layout erhält (vgl. [19], S. 86)	Neues Konstrukt (sieben Items) bzgl. Layoutkriterien (Schrift, Farben, grafische Elemente etc.)
5	Eignung des Mediums (UV)	„Die Informationen einiger E-Mails hätte ich lieber über andere Kommunikationskanäle [...] erhalten.“ Antworttyp: Likert-Skala hinsichtlich Zustimmung	Direkte Abfrage (vgl. [8], S. 73)
6	Private & berufliche E-Mails (UV)	Abfrage der Anzahl privater E-Mails, welche ein Mitarbeiter pro Arbeitstag über die geschäftliche Adresse empfängt, liest und versendet (vgl. [6], S. 20)	Konstrukt von Dabbish und Kraut, angepasst auf private E-Mails (vgl. [9])
7	Funktionen E-Mail-Client (UV)	„Ich habe [...] Möglichkeiten meines E-Mail-Programms [...] vermisst, [...].“ Antworttyp: Likert-Skala hinsichtlich Zustimmung	Direkte Abfrage (vgl. [9], S. 438)
8	Abrufhäufigkeit (Push/Pull) (UV)	„Wie oft "checken" Sie Ihre E-Mails?“ Antworttyp: Vorgabe von Antwortkategorien	Direkte Abfrage (vgl. [10], S. 3)
9	Filterung (UV)	„Ich verwalte meine E-Mails alleine und es erfolgt keine Vorselektion [...].“ Antworttyp: Likert-Skala hinsichtlich Zustimmung	Direkte Abfrage (vgl. [5], S. 157)
10	E-Mail-Organisation (UV)	Fragen zur E-Mail-Organisation, bspw. hinsichtlich der Organisation des Posteingangs und der Verwendung einer Ordnerstruktur (vgl. [8], S. 75)	Konstrukt von Dabbish und Kraut (vgl. [9])
11	E-Mail-Erfahrung (UV)	Abfrage der Erfahrung im Umgang mit E-Mails (vgl. [10], S. 3)	Neues Konstrukt (zehn Items) bzgl. Kenntnis der Standardfunktionen von E-Mail-Clients
12	Generelle Überlastung (UV)	Fragen, ob der Mitarbeiter sich generell (unabhängig von dem Medium E-Mail) durch seine Arbeit überlastet fühlt (vgl. [15], S. 164)	Konstrukt zur Arbeitsüberlastung (UEBE) aus dem Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS)
13	Arbeitszufriedenheit / Motivation (UV)	Fragen, ob der Mitarbeiter generell (unabhängig von dem Medium E-Mail) mit seiner Arbeit unzufrieden ist (vgl. [20], S. 203)	Konstrukt zur Arbeitsüberlastung (UNZU) aus dem Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS)
14	Relevanz von E-Mail für die Arbeit (UV)	Fragen zur generellen Relevanz des Mediums E-Mail für die Arbeit des Mitarbeiters (vgl. [9], S. 434)	Konstrukt von Dabbish und Kraut (vgl. [9])
15	Geschlecht (M)	„Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an!“ Antworttyp: Vorgabe von Antwortkategorien	Direkte Abfrage (vgl. [16], S. 6)
16	Zugang (mobil vs. stationär) (M)	„Haben Sie die Möglichkeit, Ihre geschäftlichen E-Mails auch mobil [...] abrufen zu können?“ Antworttyp: Vorgabe von Antwortkategorien	Direkte Abfrage (vgl. [3], S. 11)
17	Alter (M)	„Bitte geben Sie zunächst Ihr Alter an.“ Antworttyp: Vorgabe von Antwortkategorien	Direkte Abfrage (vgl. [10], S. 3)
18	E-Mail-Client (M)	„Welches E-Mail-Programm verwenden Sie für Ihre geschäftlichen E-Mails überwiegend?“ Antworttyp: Auflistung von E-Mail-Clients	Direkte Abfrage (vgl. [9], S. 435)
19	Informationsüberlastung – Konstrukt 1 (AV)	Batterie von Fragen, welche auf eine Überlastung durch E-Mails hindeuten (vgl. [9], S. 434)	Konstrukt von Dabbish und Kraut (vgl. [9])
20	Informationsüberlastung – Konstrukt 2 (AV)	Zweites Konstrukt zur Abfrage der Informationsüberlastung (vgl. [7], S. 11)	Konstrukt von Bock, Mahmood, Sharma und Kang (vgl. [7])

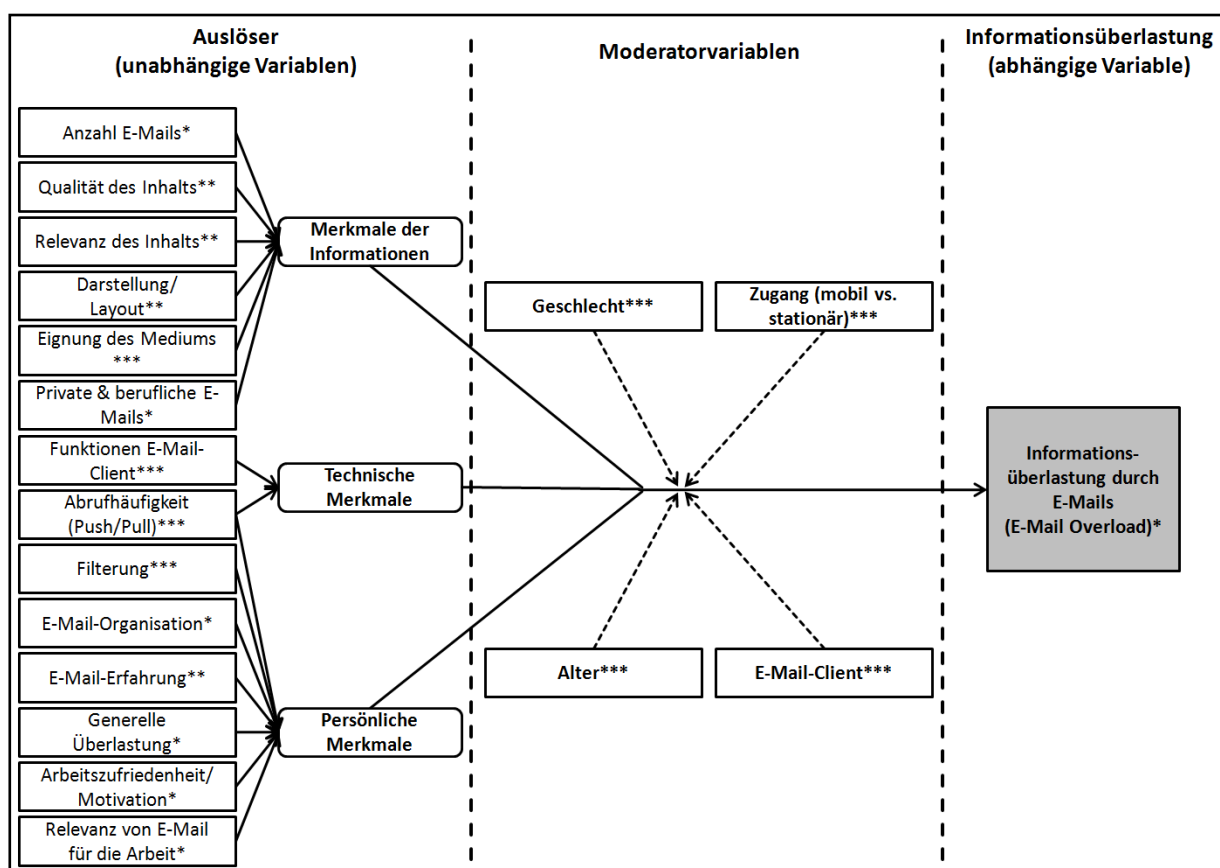
**Tabelle 1: Variablen des erstellten Modells**

Neben den Spalten mit der laufenden Nummer sowie dem Namen der Variable befindet sich in der dritten Spalte eine kurze Beschreibung dieser, sofern die Messung über ein Konstrukt erfolgt. Bei direkt abfragbaren Variablen erfolgt die Angabe der (teilweise gekürzten) Frage. Als Ergänzung beinhaltet die letzte Spalte das jeweilige Messinstrument. Hierbei ist anzumerken, dass aufgrund des beschränkten Platzes nicht alle Quellen aus der Literaturanalyse angegeben wurden.

Die für das folgende Modell identifizierten Auslöser lassen sich gemäß der Kategorisierung von Davis und Ganeshan [10] in folgende drei Klassen unterscheiden:

- Merkmale der Informationen
- Technische Merkmale
- Persönliche Merkmale

Unter „Merkmale der Informationen“ werden dabei insbesondere die Eigenschaften der E-Mails selbst verstanden. Als Beispiele lassen sich die Anzahl der E-Mails bzw. die Qualität und Relevanz des Inhalts anführen. In die Kategorie „Technische Merkmale“ fallen die Eigenschaften des verwendeten E-Mail-Clients und die Art der Zustellmethode. Die Kategorie „Persönliche Merkmale“ beinhaltet vor allem Eigenschaften der eigenen Organisation der E-Mails, aber auch weitere Faktoren wie die Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz.



**Bild 5:** Auslöser der Informationsüberlastung durch E-Mails (eigene Darstellung)

Wie zu Beginn des Kapitels erläutert, können die Variablen des Modells entweder über *Konstrukte aus der Literatur* (\*), *eigene Konstrukte* (\*\*) oder *direkt* (\*\*\*) abgefragt werden. Dies ist in Bild 5 entsprechend gekennzeichnet.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Insbesondere durch die Eigenschaften digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien hat die Überlastung von Mitarbeitern durch Informationen in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Da sich diese nicht nur negativ auf die Arbeitszufriedenheit, Motivation und Effizienz

einzelner Personen, sondern auch nachteilig auf den Unternehmenserfolg auswirken kann, sollten hierfür entsprechende Gegenmaßnahmen entwickelt und eingesetzt werden. Dies setzt allerdings die Kenntnis der Auslöser voraus. In diesem Artikel wurde daher ein Modell abgeleitet, welches die Auslöser der Informationsüberlastung durch E-Mails darstellt. Dieses basiert auf den Modellen von Dabbish und Kraut sowie Franz, wobei keines dieser die Auslöser einer Informationsüberlastung durch E-Mails vollständig darstellt. Aus diesem Grund erfolgte für das erstellte Modell eine Literaturanalyse hochrangiger IS Journals und IS Conferences hinsichtlich weiterer in der wissenschaftlichen Literatur bekannter Auslöser von Informationsüberlastung.

Als primäre Einschränkung des abgeleiteten Modells lässt sich die Konzentration auf wissenschaftliche Literatur anführen. Da es sich bei der Forschungsfrage um ein sehr praxisnahes Thema handelt, kann durch dieses Vorgehen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass bestimmte praxisrelevante Auslöser in dem Modell nicht enthalten sind. Darüber hinaus war es nicht möglich, für alle Variablen existierende Konstrukte zur Validierung des Modells zu identifizieren. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass das Thema Informationsüberlastung durch E-Mails bzw. die relevanten Auslöser noch nicht umfassend erforscht wurden. Für diese Variablen wurden daher neue Konstrukte entwickelt, jedoch hinsichtlich der erforderlichen Gütekriterien noch nicht getestet.

Als nächster Schritt erfolgt die Validierung der Vollständigkeit der identifizierten Auslöser durch eine qualitative Studie. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass die aus der Literatur abgeleiteten Auslöser die Realität möglichst exakt widerspiegeln. Dies soll mit Hilfe von Experteninterviews erreicht werden. Anschließend folgt die Validierung des erstellten Modells in einer quantitativen Untersuchung. Hierzu soll eine Online-Erhebung mit statistischer Auswertung unter Verwendung der identifizierten bzw. entwickelten Konstrukte und Einzelfragen durchgeführt werden. Analog dem Modell von Dabbish und Kraut gilt es, zusätzliche Abhängigkeiten innerhalb der Variablengruppen zu identifizieren. Beispielweise lässt sich ein Einfluss der Variablen „Eignung des Mediums“ und „Relevanz von E-Mail für die Arbeit“ auf die ebenfalls unabhängige Variable „Anzahl E-Mails“ vermuten.

Das entwickelte Modell lässt sich in der Praxis zur Überprüfung der Informationsüberlastung der Mitarbeiter einsetzen. Dies kann mit der regelmäßigen Durchführung des zu entwickelnden Online-Fragebogens realisiert werden. Aufbauend auf Veränderungen über den betrachteten Zeitraum können Unternehmen geeignete Maßnahmen schaffen bzw. anpassen, um die Informationsüberlastung durch E-Mails weiter zu reduzieren. Nach bisherigen Erkenntnissen besteht ein Großteil der bereits etablierten Gegenmaßnahmen aus Empfehlungen und Richtlinien für E-Mail-Empfänger hinsichtlich Abarbeitung vorhandener „Informationsberge“. Als möglicher Ansatzpunkt für die Entwicklung weiterer Gegenmaßnahmen lässt sich die stärkere Fokussierung auf den Sender von Nachrichten anführen, um bereits die Entstehung der Auslöser zu vermeiden. Auch Gegenmaßnahmen, die zentral durch das Unternehmen getroffen werden, können einen Ansatzpunkt darstellen.

## 5 Literatur

- [1] Aguinis, H (2004): Regression Analysis for categorical moderators. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, New York.
- [2] Ahuja, MK; Thatcher, JB (2005): Moving beyond intentions and toward the theory of trying: effects of work environment and gender on post-adoption Information Technology use. *MIS Quarterly* 29(3):427-459.
- [3] Allen, DK; Shoard M (2005): Spreading the load: mobile information and communications technologies and their effect on information overload. *Information Research* 10(2).
- [4] Backhaus K; Erichson B; Plinke W; Weiber R (2006): Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung. 11. Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg.
- [5] Bawden D; Devon TK; Sinclair IW (2000): Desktop information systems and services: a user survey in a pharmaceutical research organisation. *International Journal of Information Management* 20:151-160.
- [6] Berghel H (1997): Cyberspace 2000: Dealing with Information Overload. *Communications of the Association for Computing Machinery* 40(2):19-24.
- [7] Bock GW; Mahmood M; Sharma S; Kang YJ (2008): The type of information overload affects electronic knowledge repository continuance. *Proceedings of the 12th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)*, Suzhou, China.
- [8] Burgess A; Jackson T; Edwards J (2005): Email training significantly reduces email defects. *International Journal of Information Management* 25:71-83.
- [9] Dabbish LA; Kraut RE (2006): Email Overload at Work: An Analysis of Factors Associated with Email Strain. *Proceedings of the Computer Supported Cooperative Work 2006 (CSCW)*, Alberta, Canada:431-440.
- [10] Davis JG; Ganeshan S (2009): Aversion to loss and information overload: an experimental investigation. *Proceedings of the 30th International Conference on Information Systems (ICIS)*, Phoenix, Arizona.
- [11] Die Akademie für Führungskräfte (2008): Führung beim Wort nehmen. Wie kommunizieren deutsche Manager? Befragung von 405 Führungskräften der Wirtschaft. <http://www.die-akademie.de/servlet/servlet.FileDownload?file=0152000000102BT>. Abgerufen am 12.12.2011.
- [12] Edmunds A; Morris A (2000): The problem of information overload in business organisations: a review of the literature. *International Journal of Information Management* 20:17-28.
- [13] Eppler MJ; Mengis J (2004): The Concept of Information Overload: A Review of Literature from Organization Science, Accounting, Marketing, MIS, and Related Disciplines. *The Information Society* 20:325-344.
- [14] Franz H (1999): The Impact of Computer Mediated Communication on Information Overload in Distributed Teams. *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS)*, Island of Maui.

- [15]Grisé ML; Gallupe RB (2000): Information Overload: Addressing the Productivity Paradox in Face-to-Face Electronic Meetings. *Journal of Management Information Systems* 16(3): 157-185.
- [16]Hu T; Zhang P; Zhang X; Dai H (2009): Gender Differences in Internet Use: A Logistic Regression Analysis. *Proceedings of the 15th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, San Francisco.
- [17]Koroleva K; Krasnova H; Günther O (2010): 'STOP SPAMMING ME!' – Exploring Information Overload on Facebook. *Proceedings of the 16th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Lima, Peru.
- [18]Liang TP; Lai HJ; Ku YC (2007): Personalized Content Recommendation and User Satisfaction: Theoretical Synthesis and Empirical Findings. *Journal of Management Information Systems* 23(3):45-70.
- [19]Liu S; Turban E; Lee M (2000): Software Agents for Environmental Scanning in Electronic Commerce. *Information Systems Frontiers* 2(1):85-98.
- [20]Park DH, Lee J; Han I (2006): Information Overload and its Consequences in the Context of Online Consumer Reviews. *Proceedings of the 10th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)*, Kuala Lumpur, Malaysia: 197-209.
- [21]Rachfall T (2010): Information Overload – Research Study zur Vermeidung von Informationsüberlastung im Back Office Bereich. [https://www.dressler-partner.com/downloads/casestudies/Information\\_Overload.pdf](https://www.dressler-partner.com/downloads/casestudies/Information_Overload.pdf). Abgerufen am 12.07.2011.
- [22]Scheer AW (2011): Information Overload? Wie die Deutschen mit Nachrichtenflut und Medienvielfalt umgehen. [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM\\_Praesentation\\_Info-Management\\_31\\_03\\_2011%281%29.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Praesentation_Info-Management_31_03_2011%281%29.pdf). Abgerufen am 12.12.2011.
- [23]Speier C; Morris M (2000): Mitigating Information Overload: A Comparison of Perceptual and Textual Query Interfaces in a Decision Support Environment. *Proceedings of the 6th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Long Beach, California: 368-372.
- [24]Webster J; Watson RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly* 26(2):13-23.



# **Sind wir (zu) gut informiert? – Auslöser, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen von Informationsüberlastung**

## **Sebastian Sprenger**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [sebastian.sprenger@wiso.uni-erlangen.de](mailto:sebastian.sprenger@wiso.uni-erlangen.de)

## **Sebastian Kammerer**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [sebastian.kammerer@wiso.uni-erlangen.de](mailto:sebastian.kammerer@wiso.uni-erlangen.de)

## **Martin Wiener**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [martin.wiener@wiso.uni-erlangen.de](mailto:martin.wiener@wiso.uni-erlangen.de)

## **Michael Amberg**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III,  
90403 Nürnberg, E-Mail: [michael.amberg@wiso.uni-erlangen.de](mailto:michael.amberg@wiso.uni-erlangen.de)

## **Abstract**

Der Artikel erweitert die Ergebnisse einer Literaturanalyse zum Thema Informationsüberlastung aus dem Jahr 2004 um die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Bereich der Wirtschaftsinformatik (WI). Zur Strukturierung der Analyseergebnisse wurde das Phänomen der Informationsüberlastung prozessual betrachtet und dabei in Auslöser, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen unterschieden. Insgesamt wurden 26 Auslöser und 21 Auswirkungen von Informationsüberlastung identifiziert. Zusätzlich konnten insgesamt 30 potenzielle Gegenmaßnahmen zur Reduzierung von Informationsüberlastung herausgearbeitet werden. Widersprüchlich wird die sog. Push-Technologie diskutiert, die sowohl als Auslöser wie auch als Gegenmaßnahme in Zusammenhang mit Informationsüberlastung zu sehen ist.

## **1 Einleitung und Motivation**

Wir sind heute jeden Tag mit der Menge an Information konfrontiert, die im Mittelalter während eines gesamten Lebens zu verarbeiten war (vgl. [42]). Die Etablierung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ermöglicht den Zugriff auf eine enorme Menge an Informationen zu jeder Zeit und von nahezu jedem Ort dieser Welt. Eine Studie der International Data Corporation (IDC) prognostiziert für das Jahr 2011 einen Anstieg der Informationsmenge um das

Neunfache gegenüber dem Jahr 2006 (vgl. [29]). Darin enthalten ist jegliche Information, die digital erstellt, veröffentlicht oder repliziert wurde. Eine Zahl, die andeutet, dass die Verfügbarkeit von Informationen nicht mehr als zentrale Problemstellung gesehen werden kann. Durch die nahezu kostenlose Informationsverteilung und -abfrage besteht die Schwierigkeit heute vielmehr darin, Kongruenz zwischen Informationsbedarf und Informationsangebot zu schaffen. Den wesentlichen Vorteilen des Einsatzes von IKT steht somit auch die Herausforderung der Informationsüberlastung gegenüber.

Meist werden die Komponenten des Informationsmanagements, also Informationsbedarf, -nachfrage und -angebot, anhand der Informationsmenge beurteilt. So spricht man häufig dann von Informationsüberlastung, wenn mehr Informationen zur Verfügung stehen als für die effiziente Durchführung eines Entscheidungsprozesses nötig sind (vgl. [14]). Dass diese entscheidungsorientierte Sicht jedoch nur einen Teil der Problematik beleuchtet und dazu weitere Einflussfaktoren auf die Verarbeitung von Informationen wirken, soll im weiteren Verlauf dieses Artikels herausgestellt werden.

Aus wissenschaftlicher Sicht wurde das Thema Informationsüberlastung bisher vor allem in den Bereichen Psychologie, Marketing und Organisationswissenschaften behandelt (vgl. [15]). Im Jahr 2004 haben Eppler und Mengis (vgl. [15]) im Rahmen einer Literaturzusammenfassung eine strukturierte Analyse des Phänomens Informationsüberlastung ausgearbeitet. Zu diesem Zeitpunkt wurden Aspekte der WI aber lediglich aufgrund der Interdisziplinarität des Faches angeschnitten. Die gestiegene Nutzung und Relevanz von IKT verlangt jedoch nach einer konkreten Betrachtung aus Perspektive der WI. Aufbauend auf der Literaturanalyse von Eppler und Mengis wird die vorhandene Literatur zum Thema Informationsüberlastung identifiziert, analysiert und strukturiert dargestellt.

Ziel dieses Artikels ist es, einen Überblick zum Thema „Informationsüberlastung“ zu bekommen und im Zuge dessen die Relevanz informationstechnischer Einflüsse aufzuzeigen. Der Artikel soll es ermöglichen, Auslöser, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen umfassender verstehen zu können und Widersprüche der bisherigen Forschungsarbeiten aufzudecken. Weiterhin sollen bisher unerforschte Lücken aufgezeigt und entsprechende Ableitungen für künftige Arbeiten gezogen werden.

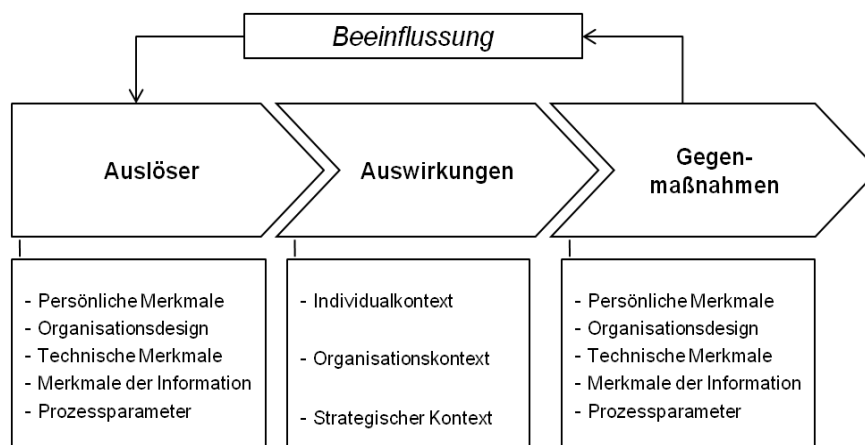
## 2 Theoretischer Hintergrund

IKT, worunter heute sämtliche Informations- und Kommunikationstechnologien, aber auch deren Anwendung verstanden werden, sind zentraler Bestandteil einer sich entwickelnden Informationsgesellschaft. IKT gilt als Sammelbegriff für diejenigen Technologien, mithilfe derer eine alltägliche Informationsbeschaffung erfolgt. Nach einer BITKOM-Studie sind dies vor allem das Fernsehen, Mobilfunk und sämtliche Nutzungsmöglichkeiten des Internets inklusive E-Mails. (vgl. [31])

Unter dem Begriff Informationsüberlastung verstehen Miller sowie Chewing und Harrell den allgemeinen Zustand, „[...] where the amount of information actually integrated into the decisions begins to decline.“ (vgl. [8], S. 527), betrachten also vor allem den Umgang mit der Menge an Informationen (vgl. [27]). Keller erweitert diese These, indem er ebenso qualitative Merkmale einbezieht (vgl. [21]). Während sich der ausschließlich quantitativen Sicht zahlreiche Autoren anschließen (vgl. [4,7,11,15,22,30,35,43]), sehen Tushman und Nadler den Ursprung von Informationsüberlastung vielmehr in der individuellen Fähigkeit, Informationen aufzunehmen und zu

verarbeiten. Sie beschreiben Informationsüberlastung als den Zustand, „[...] when the information processing requirements exceed the information processing capacities of an individual.“ (vgl. [41], S. 614). Schick und Haka nennen den Faktor Zeit als zusätzliche Variable, nachdem Informationsüberlastung dann auftritt, “[...] when the information processing demands on time to perform interactions and internal calculations exceed the supply or capacity of time available for such processing.“ (vgl. [33], S. 199).

Anhand der Definitionen wird deutlich, dass diese meist darauf fokussieren, welche Faktoren Informationsüberlastung auslösen können. Eppler und Mengis (vgl. [15]) hingegen leiten aus ihren Erkenntnissen mehr als nur die Auslöser von Informationsüberlastung ab. Ihre Arbeit skizziert einen Prozesskreislauf, der zwischen Auslösern, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen unterscheidet (siehe Bild 1). Die Hauptprozesse wurden dabei nochmals in Unterkategorien geteilt (vgl. [15]). Im Rahmen dieses Artikels wird eine – aufgrund der thematischen Fokussierung auf IKT und den Hauptfokus der WI – leicht angepasste Kategorisierung verwendet.



**Bild 1:** Prozesskreis der Informationsüberlastung, eigene Darstellung in Anlehnung an [15]

### 3 Methodische Vorgehensweise

Zur Identifikation wichtiger Fachliteratur wurden relevante, hochrangige Journals und Konferenzen aus dem Bereich der WI durchsucht. Mithilfe thematisch naheliegender Schlagwörter wurden Überschriften und Abstracts der Fachartikel analysiert. Dabei diente „Informationsüberlastung“ bzw. „Information Overload“ als zentraler Suchbegriff. Alternative Suchbegriffe waren „Information Anxiety“ und „Information Flood“. Eine Anzahl von 141 Publikationen war das Ergebnis des ersten Suchvorgangs. Um den wissenschaftlichen Gehalt der Publikationen weitestgehend sicherzustellen, wurde auf Artikel mit mindestens vier Seiten fokussiert. Weiter sind jene Beiträge berücksichtigt worden, die sich auf das Thema Informationsüberlastung beziehen und gleichzeitig den Bezug zu IKT beinhalten. Da mit den Arbeiten von Eppler und Mengis (vgl. [15]) bereits eine breite wissenschaftliche Basis geschaffen wurde, ist der vorliegende Artikel als Erweiterung mit Blick auf die Wirtschaftsinformatik zu verstehen. Weiter wurde sich auf Artikel ab dem Jahr 2000 konzentriert, um die Erkenntnisse früherer Arbeiten um den Aspekt der gestiegenen Relevanz und Nutzung von IKT zu erweitern (vgl. [14,15]). Darüber hinaus wurde die im Rahmen des Filterprozesses gesammelte Literatur gemäß der nach Webster und Watson beschriebenen Rückwärtssuche (vgl. [44]) um fünf zusätzliche Publikationen ergänzt (vgl. [3,7,15,33,45]). Als Basis der weiteren Auswertung dienten somit 44 Publikationen aus Fachzeitschriften und Konferenzbeiträgen.

## 4 Ergebnisse

Bei der Aufbereitung der identifizierten Faktoren zum Thema Informationsüberlastung dient das Modell von Eppler & Mengis (vgl. [15]) als Basis. Wie in Bild 1 beschrieben, werden die Auslöser und Gegenmaßnahmen nach ihren einzelnen Unterkategorien der persönlichen, organisatorischen, technischen und prozessualen Ebene sowie der Merkmale einer Information selbst analysiert. Bei der Untersuchung der Auswirkungen wird nach individuellen und organisatorischen Gesichtspunkten erörtert, welche Folgen Informationsüberlastung mit sich bringt. Weiter wird Bezug auf Auswirkungen im Bereich von Strategien beim Recherchieren und Suchen genommen, da auch hier wesentliche Einflüsse identifiziert wurden.

Diese Kategorisierung erfolgt in Anlehnung an die von Eppler und Mengis eingeführte Struktur (vgl. [15]), da hier mehrere Punkte der ursprünglichen Kategorisierung zusammengefasst werden konnten.

### 4.1 Auslöser

*Persönliche Merkmale* betreffen neben der natürlichen Beschränkung der menschlichen Aufnahmefähigkeit (vgl. [11,16,18,20,34]) auch die persönlich empfundene (subjektive) Relevanz (vgl. [26]) und das Unvermögen, relevante Informationen zu filtern (vgl. [16,22,23]).

Beim *Organisationsdesign* spielen vor allem die Vielzahl an verfügbaren Kommunikationskanälen in Unternehmen eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Informationsüberlastung (vgl. [2,16,26]). Aber auch eine Unternehmenskultur des „Alles-Aufbewahrens“ (vgl. [37]) und die Informationsverbreitung, ungeachtet von Bedeutung und Relevanz für den Empfänger (vgl. [2,5,16,23,37,38]), gelten als Treiber für Informationsüberlastung. Flache Managementstrukturen (vgl. [14,16]) und heterogene Organisationsgruppen begünstigen ebenfalls Informationsüberlastung (vgl. [18]).

*Technische Merkmale* umfassen die Nutzung des Internets bzw. die digitale Informationsverbreitung (vgl. [3,11,16,23]). Die geringen Kosten der Informationsbeschaffung und -verbreitung (vgl. [11]), einhergehend mit technologischen Fortentwicklungen wie Push-Systemen und Mobile-Computing (vgl. [11]), ermöglichen die ständige Erreichbarkeit und Verbreitung von Informationen.

Weiter werden die *Merkmale der Information selbst* betrachtet. Neben dem vermeintlich offensichtlichsten Problem, eine erhöhte Menge (vgl. [2,11,12,16,19,22,26,28,30,34,38]), sind es ebenso niedrige Qualität und Verständlichkeit der Informationen (vgl. [3,22,34,35]), die Informationsüberlastung fördern. Qualitative Eigenschaften einer Information werden zusätzlich geprägt durch Faktoren wie Mehrdeutigkeit oder Komplexität (vgl. [2,11]). Aber auch Mängel in Struktur oder Format und Art der Information stellen Ursachen für Informationsüberlastung dar (vgl. [1,24]).

Darüber hinaus können Parameter der *Prozessebene* Informationsüberlastung begünstigen. Dazu gehören neben organisatorischem Zeitdruck (vgl. [22,28,34]) ebenso häufige Arbeitsunterbrechungen und Kontextwechsel (vgl. [11]). Aber auch eine gesteigerte Interaktivität zwischen Mitarbeitern bzw. gesamten Abteilungen kann Informationsüberlastung fördern (vgl. [20]).

## 4.2 Auswirkungen

Offensichtliche Auswirkungen hat das Phänomen Informationsüberlastung vor allem im *individuellen Kontext*. Die Folgen sind Stress, Angst, Frustration oder Ermüdung (vgl. [11,14,15,16,17,18,19,22,35]). Darüber hinaus wird eine verringerte (Arbeits-) Zufriedenheit genannt (vgl. [14,15,17,22,24,34]). Vereinzelt werden sogar Phänomene wie Vandalismus, Perspektivlosigkeit oder gar Depression erwähnt (vgl. [4,26,34]). Wissenslücken (vgl. [1,11]), verringerte Kommunikation (vgl. [5,20]) und eine größere Fehlerakzeptanz (vgl. [4]) zählen ebenso zu den in der Literatur identifizierten Auswirkungen auf eine einzelne Person.

Informationsüberlastung kann, im *Organisationskontext* betrachtet, dazu führen, dass Individuen trotz der Vielzahl an vorliegenden Informationen nachteilige Entscheidungen treffen, weil die auftretende Informationsflut den Prozess der Entscheidungsfähigkeit negativ beeinflusst (vgl. [4,7,11,18,22,34,35,43]). Darüber hinaus bedarf es im Zustand von Informationsüberlastung häufig einer längeren Entscheidungszeit (vgl. [24,35]), was wiederum zu Verzögerungen in der gesamten Entscheidungsfindung bzw. Nichterfüllung von Aufgaben führen kann (vgl. [7,11,16,36,37,45]). Daraus wird ersichtlich, dass eine steigende Informationsüberlastung nicht nur Folgen in Bezug auf die Aufnahme von Informationen, sondern auch auf den Grad deren Verarbeitung hat.

Im Rahmen des *strategischen Kontexts* ist u.a. festzuhalten, dass Informationsüberlastung zu Einschränkungen in Suchrichtung und -umfang führen kann, da zusätzliche Informationen als Last betrachtet werden, die keinen Mehrwert im Informationsprozess bieten (vgl. [28,38]). Darüber hinaus beeinflusst Informationsüberlastung das Anwenden sinnvoller Strategien im Umgang mit einer Vielzahl von Informationen und erschwert daher das Auffinden und Auswählen relevanter Informationen (vgl. [4,16,17,19,24]). Auch eine gesteigerte Variabilität in Suchmustern kann unter dem Einfluss von Informationsüberlastung festgestellt werden (vgl. [28,45]).

## 4.3 Gegenmaßnahmen

Persönliche Merkmale betreffen bspw. das Aneignen persönlicher Managementstrategien sowie das Setzen von Prioritäten oder das Filtern von Informationen (vgl. [2,14,16,26,28,34]). Nachdem es aber nicht allen Personen möglich ist, sich diese Fähigkeiten selbst anzueignen, stellen Trainings und Seminare zum verbesserten Umgang mit Informationen eine viel beachtete Gegenmaßnahme dar (vgl. [2,5,10,20,26]). Hinzu kommen Ansätze, die es Mitarbeitern empfehlen, auf bereits aufbereitete Informationen zurückzugreifen oder Informationen zu bewerten, indem ihnen ein imaginärer Wert zugeteilt wird (vgl. [14,37]).

Weitere Maßnahmen betreffen das Organisationsdesign des Unternehmens. Durch das Einführen von Verhaltens- und Handlungsrichtlinien soll der Informationsüberlastung entgegen gewirkt werden (vgl. [26,36]). Auch Verbesserungen im Kommunikationsverhalten könnten das Auftreten von Informationsüberlastung verringern oder gar verhindern (vgl. [16,19,20]). Neben „Management commitments“ (vgl. [12]) und heuristischen Regeln im Unternehmen (vgl. [4,34]) soll auch die Anpassung der gesamten Unternehmenskultur zur Gegensteuerung von Informationsüberlastung beitragen (vgl. [19,36]).

Auf technische Merkmale bezogen hilft bspw. die Entwicklung von Gruppierungs- und Visualisierungsmechanismen, die eine vereinfachte Darstellungsweise vieler Informationen ermöglicht (vgl. [9,23,38,39,40]). Darüber hinaus wird die Verwendung von Agentensystemen erwähnt (vgl. [35]). Auch der Einsatz von Filtern, bspw. in Bezug auf die Informationsqualität oder den E-Mail Verkehr, eröffnet weitere Ansatzpunkte (vgl. [3,16,18,26]). Information Customization (vgl. [3]), Decision Support Systeme (vgl. [28]), Data Mining (vgl. [9]) und Mehrkanal-Kommunikation

(vgl. [43]) werden als Insellösungen diskutiert. Interessanterweise sind auch Push-Technologien, deren Einsatz zugleich als ein wesentlicher Auslöser von Informationsüberlastung gilt, als eine Gegenmaßnahme in der Literatur erwähnt, da sie den Umfang und damit auch die Zeit der Informationssuche verkürzen (vgl. [3,14]).

Die Merkmale der Information selbst bieten weitere Möglichkeiten zur Problemlösung. So gilt es als zielführend, Informationen zu verdichten, zusammenzufassen, zu kategorisieren und zu strukturieren, um eine aufkommende Informationsflut zu verhindern und die Konzentration auf relevante Inhalte zu ermöglichen (vgl. [18]). Besondere Bedeutung kommt im Rahmen dieser Dimension den Lösungsansätzen auf Basis personalisierter Informationen zu (vgl. [24,43]). Auch die reine Veranschaulichung einer Information soll helfen – allerdings ist eine tiefere Bedeutung dessen nicht aufgeführt (vgl. [7]).

Gegenmaßnahmen auf Prozessebene sind bspw. die Verbesserung von Arbeitsprozessen und Betriebsabläufen oder die Zusammenarbeit mit „Informationsspezialisten“ (vgl. [14], S.25). Auch das Suchen im Team wird als mögliche Gegenmaßnahme erwähnt (vgl. [14,16]). Darüber hinaus werden das Festlegen einer optimalen Informationsmenge oder die Regelung der Frequenz des Informationsflusses als Gegenmaßnahmen gesehen, wobei hier die Frage quantitativer Messbarkeit gestellt werden muss und in der Literatur unbeantwortet bleibt (vgl. [7,18]). Empfohlen wird zusätzlich die einmalige Bearbeitung von E-Mails pro Tag (vgl. [5,26]).

Überblickend sind in Tabelle 1 die Erkenntnisse der durchgeführten Literaturanalyse zusammengefasst.

<b>Auslöser von Informationsüberlastung</b>		
<b>Persönliche Merkmale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unvermögen, relevante Informationen zu filtern</li> <li>• Zu große kognitive Belastung</li> <li>• Hohe persönliche Nachfrage nach Informationen</li> <li>• Beschränkte Fähigkeit der Informationsaufnahme</li> </ul>	[16,22,23] [35] [26] [11,16,18,20,34]
<b>Organisationsdesign</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielzahl der Informationskanäle</li> <li>• Nötige Leistungen übersteigt menschliche Fähigkeiten</li> <li>• Informationsverbreitung ungeachtet der Informationsnachfrage</li> <li>• Flache Managementstrukturen</li> <li>• Unstrukturierte Datenhaltung</li> <li>• Heterogenität der Organisationsgruppen</li> </ul>	[2,16,26] [16] [2,5,16,23,38] [14,16] [37] [18]
<b>Technische Merkmale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung von Internet, Intranet und Extranet</li> <li>• Geringe Kosten der Informationsbeschaffung</li> <li>• Übermäßige Suchmaschinennutzung</li> <li>• Unvermögen der IT, Suchschnittstellen zu verstehen</li> <li>• Push Systeme &amp; Mobile computing</li> </ul>	[3,11,16,23] [11] [9,12,40] [16] [11]
<b>Information selbst</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigende Menge an Informationen</li> <li>• Niedrige Qualität und Verständlichkeit</li> <li>• Flut an irrelevanten Informationen</li> <li>• Mehrdeutigkeit und Komplexität der Information</li> <li>• Mangel an Struktur</li> <li>• Vervielfältigte Daten</li> <li>• Format und Art der Information</li> </ul>	[2] [3,22,34,35] [3,11,26,35] [2,11] [1] [4] [24]
<b>Prozessparameter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisatorischer Zeitdruck</li> <li>• Arbeitsunterbrechungen und Kontextwechsel</li> <li>• Hohe Interaktivität</li> <li>• Gleichzeitiger Input von Informationen in den Prozess</li> </ul>	[22,28,34] [11] [20] [18]

Auswirkungen von Informationsüberlastung		
Individualkontext	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stress, emotionale Verzweiflung, Verwirrung, Angst, Müdigkeit</li> <li>Verringerte Zufriedenheit</li> <li>Vandalismus, Teilnahmslosigkeit, Depressionen</li> <li>Perspektivlosigkeit</li> <li>Erheblicher Wissensverlust</li> <li>Verringerte Kommunikation</li> <li>Größere Fehlerakzeptanz</li> <li>Beendigung aktiver Teilnahme</li> <li>Reduzierte Anwendung von Unternehmenssystemen</li> </ul>	[11,14,15,16,17,18,19,22,35] [14,15,17,22,24,34] [26] [4,34] [1,11] [5,20] [4] [4] [45]
Organisationskontext	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verminderte Entscheidungsqualität</li> <li>Erhöhte Entscheidungszeit</li> <li>Verwendung fehlerhafter Informationen</li> <li>Zeitverlust</li> <li>Negative Effekte auf die Tätigkeit (z.B. Nichterfüllung)</li> <li>Verminderte Produktivität und Leistungsfähigkeit</li> <li>Kontrollverlust der Informationssituation</li> <li>Ausführung falscher Anweisungen</li> </ul>	[4,7,11,18,22,34,35,43] [24,35] [35] [2,7,11,12] [16,20] [7,11,16,36,37,45] [11,14] [5]
Strategischer Kontext	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschränkung in Suchrichtung und -umfang</li> <li>Unvermögen, relevante Informationen aufzufinden</li> <li>Höhere Variabilität in Suchmustern</li> <li>Gefundene Informationen werden nicht wiederverwendet</li> </ul>	[28,38] [4,16,17,19,24] [28,45] [37]
Gegenmaßnahmen zu Informationsüberlastung		
Persönliche Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Setzen von Prioritäten und Filterfunktionen</li> <li>Trainingsmaßnahmen zur optimierten Infoverarbeitung</li> <li>Aufgabendelegation</li> <li>Anwendung bereits aufbereiteter Informationen</li> <li>Informationsbewertung</li> <li>Ausnutzung unbewusster Gedankengänge</li> </ul>	[2,14,16,26,28,34] [2,5,10,20,26] [16] [14] [37] 0
Organisationsdesign	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verhaltensrichtlinien in Büro und Internet</li> <li>Anreizsysteme, Informationen in Wissen umsetzen zu können</li> <li>Management commitments</li> <li>Verbesserung des Kommunikationsverhaltens</li> <li>Anpassung der Unternehmenskultur</li> <li>Nutzung des Intranet zum Informationsmanagement</li> <li>Heuristische Regeln</li> </ul>	[26,36] [26] [12] [16,19,20] [19,36] [10] [4,34]
Technische Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gruppierungs- und Visualisierungsmaßnahmen</li> <li>Agentensysteme</li> <li>Umsetzung von Filtern bezgl. Informationsqualität</li> <li>Erweiterte E-Mail Filter</li> <li>Information Customization</li> <li>Ausweitung der Push-Technologie</li> <li>Decision Support Systeme</li> <li>Data/Text/Web Mining, Web-Browsing Methoden</li> <li>Informationssysteme mit Mehrkanal-Kommunikation</li> </ul>	[9,23,38,39,40] [35] [3,16,18,26] [12] [3] [3,14] [28] [9] [43]
Information selbst	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verdichten, Zusammenfassen, Kategorisieren</li> <li>Personalisierung von Informationen</li> <li>Veranschaulichung von Informationen</li> </ul>	[18] [24,43] [7]
Prozessparameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bearbeitung von E-Mails nur einmal täglich</li> <li>Verbesserung von Arbeitsabläufen und -prozessen</li> <li>Zusammenarbeit mit Informationsspezialisten</li> <li>Regelung der Frequenz des Informationsflusses</li> <li>Bestimmen der optimalen Informationsmenge</li> </ul>	[5,26] [16] [14] [18] [7]

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturanalyse

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Informationsüberlastung wurde bisher vor allem in der Psychologie, Marketing und den Organisationswissenschaften behandelt. Web 2.0, welches u.a. die Kommunikation über soziale Netzwerke wie Facebook und Mobile Computing mit Smartphones und Netbooks beinhaltet, bestimmt heute die zentralen Kommunikationswege. Durch eine weitestgehend digitale Informationsbeschaffung ist demnach auch eine Betrachtung des Phänomens Informationsüberlastung auch aus Sicht der Wirtschaftsinformatik erforderlich. Die von Eppler und Mengis eingeführte Aufteilung in Auslöser, Auswirkungen und Gegenmaßnahmen bildete das Grundgerüst zur Identifizierung konkreter Konzepte.

Bei der Analyse im Bereich der Auslöser dürfen aufgrund ihrer häufigen Bestätigung in der Literatur folgende Erkenntnisse als etabliert angesehen werden: Neben der beschränkten Fähigkeit der Informationsaufnahme und der Verwendung von Internet, Intranet und Extranet gilt vor allem die gestiegene Menge verfügbarer Informationen als Auslöser für Informationsüberlastung. Zusätzlich belastend wirkt ein grundsätzlicher organisatorischer Zeitdruck.

Diese Auslöser können auf persönlicher Ebene vor allem in Stress, emotionaler Verzweiflung, Verwirrung, Angst oder Müdigkeit münden. Hinzu kommt ein gestiegenes Unvermögen, wirklich relevante Informationen effizient aufzufinden, was letztendlich eine verminderte Entscheidungsqualität des Betroffenen bedeutet.

Zahlreiche Möglichkeiten zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Informationsüberlastung werden in der Literatur bereits erwähnt. Allerdings gelten die wenigsten bis heute als etabliert und lassen eine mehrfache Bestätigung vermissen. Zumindest das Setzen von Prioritäten und die Verwendung der Filterfunktion sowie Maßnahmen zur Gruppierung und Visualisierung von Informationen gelten als bewährte Ansatzpunkte zur Gegensteuerung.

Die Literaturanalyse zeigte auch einen interessanten Widerspruch bezüglich der Rolle von Push-Technologien. So gelten die Entwicklung und der Einsatz der bereits etablierten Technologie für den Empfang von E-Mails bei einigen Autoren als Auslöser. Andere Experten sehen hierbei eine Möglichkeit, der Informationsüberlastung entgegenzuwirken.

Dieser Artikel dient primär als Basis für weitere Forschungsarbeiten zum Thema Informationsüberlastung durch IKT. Mithilfe von Experteninterviews und Online-Umfragen soll in einem nächsten Schritt ein theoretisches Modell erarbeitet und empirisch getestet werden, das die identifizierten Auslöser mit entsprechenden Gegenmaßnahmen in Beziehung setzt. Darüber hinaus ist das Ziel weiterer Forschungsarbeiten, bereits vorhandene, generische Konzepte im Bereich der Gegenmaßnahmen zu validieren und die Maßnahmen im technischen Bereich (WI) auf ihre Praxisfähigkeit zu untersuchen.



## 6 Literatur

- [1] Alexopoulos E., Theodoulidis B. (2003): The generic information business model. *International Journal of Information Management* 23: 323-336.
- [2] Bawden D., Devon T.K., Sinclair I.W. (2000): Desktop information systems and services: A user survey in a pharmaceutical research organization. *International Journal of Information Management* 20: 151-160.
- [3] Berghel H. (1997): Cyberspace 2000: Dealing with Information Overload. *Communication of the ACM*. Vol. 40, No. 2: 19-24.
- [4] Bock G.W., Mahmood M., Sharma S, Kang YJ (2008): The type of Information Overload affects electronic knowledge repository continuance. *PACIS 2008 Proceedings*. Paper 131.
- [5] Burgess A., Jackson T., Edwards J. (2005): Email training significantly reduces email defects. *International Journal of Information Management* 23: 71-83.
- [6] Butcher H. (1998): Meeting managers' information needs. London: Aslib 53.
- [7] Chan S.Y. (2001): The use of graphs as decision aids in relation to Information Overload and managerial decision quality. *Journal of Information Science*. Vol. 27, No. 6: 417-425.
- [8] Chewning E.C., Harrell A.M. (1990): The effect of Information Overload on decision makers' cue utilization levels and decision quality in a financial distress decision task. *Accounting, Organizations and Society*. Vol. 15, No. 6: 527-542.
- [9] Chung W., Chen H., Nunamaker J.F. (2005): A visual framework for knowledge discovery on the Web: An empirical study of business intelligence exploration. *Journal of Management Information Systems*. Vol. 21, No. 4: 57-84.
- [10] Curry A., Stancich L. (2000): The intranet-An intrinsic component of strategic information management? *International Journal of Information Management* 20: 249-268.
- [11] Davis J.G., Ganeshan S. (2009): Aversion to loss and Information Overload: An experimental investigation. *ICIS 2009 Proceedings*. Paper 11.
- [12] Denning P. (2002): Internet time out. *Communication of the ACM*. Vol. 45, No. 3: 15-18.
- [13] Die Akademie für Führungskräfte (2008): Führung beim Wort nehmen. <http://www.die-akademie.de/servlet/servlet.FileDownload?file=0152000000102BT>. Abgerufen am 29.07.2011.
- [14] Edmunds A., Morris A. (2000): The problem of Information Overload in business organizations: A review of literature. *International Journal of Information Management* 20: 17-28.
- [15] Eppler M.J., Mengis J. (2004): The concept of Information Overload: A review of literature from Organization Science, Accounting, Marketing, MIS, and related disciplines. *The Information Society* 20: 325-344.
- [16] Farhoomand A.F., Drury D.H. (2002): Managerial Information Overload. *Communication of the ACM*. Vol. 45, No. 10: 127-131.

- [17] Gao J., Zhang C., Wang K., Ba S. (2010): Solving the Information Overload Problem: The role of unconscious thought in enhancing on-line purchasing decisions. PACIS 2010 Proceedings. Paper 129.
- [18] Grisé M.L., Gallupe R.B. (2000): Information Overload: Addressing the productivity paradox in face-to-face electronic meetings. *Journal of Management Information Systems*. Vol. 16, No. 3: 157-185.
- [19] Hemp P. (2009): Death by Information Over-load. *Harvard Business Review*. Vol. 87, No. 9: 82-89.
- [20] Jones Q., Rafaeli S. (2004): Information Overload and the message dynamics of online interaction spaces: A theoretical model and empirical exploration. *Information Systems Research*. Vol. 15, No. 2: 194-210.
- [21] Keller K.L., Stealin R (1987): Effects of quality and quantity of information on decision effectiveness. *Journal of Consumer Research*. Vol. 14, No. 2: 200-213.
- [22] Koroleva K., Krasnova H., Günther O. (2010): „STOP SPAMMING ME! “ Exploring Information Overload on Facebook. AMCIS 2010 Proceedings. Paper 447.
- [23] Lau R.Y.K., Lai C.C.L. (2008): Information granulation for the design of granular information retrieval systems. ICIS 2008 Proceedings. Paper 179.
- [24] Liang T.P., Lai H.J., Ku Y.C. (2006): Personalized content recommendation and user satisfaction: Theoretical synthesis and empirical findings. *Journal of Management Information Systems*. Vol. 23, No. 3: 45-70.
- [25] Losee R. (1989): Minimizing Information Over-load: The ranking of electronic messages. *Journal of Information Science*. Vol. 15, No. 3: 179-189.
- [26] Manwani S., Bech H., Dahlhoff J (2001): Man-aging Information Overload: Is technology the answer? AMCIS 2001 Proceedings. Paper 7.
- [27] Miller J.A. (1956): The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. Vol. 63, No. 2: 81-97.
- [28] Pennington R., Tuttle B (2007): The effects of Information Overload on software project risk assessment. *Decision Science*. Vol. 38, No. 3: 489-526.
- [29] Rachfall T (2010): Information Overload – Research Study zur Vermeidung von Informationsüberlastung im Back Office Bereich. [https://www.dressler-partner.com/downloads/casestudies/Information\\_Overload.pdf](https://www.dressler-partner.com/downloads/casestudies/Information_Overload.pdf). Abgerufen am 29.07.2011.
- [30] Raoufi M. (2001): Avoiding Information Over-load-A study on individual's use of communication tools. Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences.
- [31] Scheer AW (2011): Information Overload? Wie die Deutschen mit Nachrichtenflut und Medienvielfalt umgehen. [http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM\\_Praesentation\\_Info-Management\\_31\\_03\\_2011%281%29.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Praesentation_Info-Management_31_03_2011%281%29.pdf). Abgerufen am 28.06.2011.
- [32] Schenk D. (1997): Data Smog: Surviving the information glut. London: Abacus 31.

- [33] Schick A.G., Gordon L.A., Haka S. (1990): Information Overload: A temporal approach. Accounting, Organizations and Society. Vol. 15, No. 3: 199-220.
- [34] Shang R.A., Chen Y.C., Chen S.Y. (2009): The number of alternative products and the information about it on the online shop. PACIS 2009 Proceedings. Paper 89.
- [35] Speier C., Morris M. (2000): Mitigating Information Overload: A comparison of perceptual and textual query interfaces in a decision support environment. AMCIS 2000 Proceedings. Paper 305.
- [36] Sumecki D., Chipulu M., Ojiako U. (2010): Email overload: Exploring the moderating role of the perception of email as a „business critical“ tool. International Journal of Information Management.
- [37] Tang L.C.M., Zhao Y., Austin S., Darlington M., Culley S. (2010): Codification vs. personalization: A study of the information evaluation practice. International Journal of Information Management 30: 315-325.
- [38] Turetken O. (2000): Use of clustering and information visualization for managing Information Overload in the Web environment. AM-CIS 2000 Proceedings. Paper 399.
- [39] Turetken O, Sharda R (2001): Visualization Support for Managing Information Overload in the Web environment. ICIS 2001 Proceedings. Paper 25.
- [40] Turetken O., Sharda R. (2005): Clustering-based visual interfaces for presentation of Web search results: An empirical investigation. Information Systems Frontiers. Vol.7, No. 3: 273-297.
- [41] Tushman M.L., Nadler D.A. (1978): Information processing as integrating concept in organizational design. Academy of Management Review. Vol. 3, No. 3: 613-625.
- [42] Verstraete, C. (2010): How to cope with Information Overflow. <https://supplychaintech.wordpress.com/2010/05/19/how-to-cope-with-information-overflow/>. Abgerufen am 08.09.2011.
- [43] Wang J.C., Lin J.P. (2002): Are personalization systems really personal? - Effects of conformity in reducing Information Overload. Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences.
- [44] Webster J; Watson RT (2002): Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. MIS Quarterly 26(2):13-23.
- [45] Wolf M., Pintner T., Beck R. (2011): Individual mindfulness and IT Systems use-Mitigating negative consequences of Information Overload. Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems.



# **Unterstützung der anspruchsruppenzentrierten Unternehmenskommunikation im Compliance Management mit Topic Maps**

**Stephan Jacob, Hans-Knud Arndt**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Informatik, 39106 Magdeburg,  
E-Mail: Stephan-Jacob@t-online.de

## **Abstract**

Verschiedene Anspruchsgruppen tragen Forderungen an eine Organisation heran. Die Erfassung und Umsetzung der Forderungen ist essentiell. Hierzu existiert mit dem Compliance Management ein geeignetes Konzept. Dabei muss durch eine individuelle Berichterstattung die Umsetzung der Forderungen gegenüber den Anspruchsgruppen. Aus diesem Grund müssen angepasste Versionen der Berichtsinhalte bereitgestellt werden, welche auf die individuellen Informationsbedürfnisse ausgerichtet sind. Andernfalls kann die Akzeptanz für die berichteten Informationen fehlen oder auch eine Datenweitergabe an unbefugte Gruppen erfolgen. Der vorliegende Artikel beschreibt ein Konzept, welches mit einem Instrument des Semantic Webs, dem ISO Topic Maps Standard, die IKT-gestützte Generierung von anspruchsruppenorientierten Berichten ermöglicht und vereinfacht.

## **1 Einleitung**

Organisationen sind soziale Systeme [10], welche starken Einflüssen aus ihrem Umsystem unterliegen. Diese Einflüsse werden von verschiedenen Interessensgruppen an die Organisation herangetragen und lassen sich, ergänzt durch interne Vereinbarungen von Anforderungen an die Leistung der Organisation, als ‚Forderungen‘ [1] zusammenfassen. Die beschriebenen Interessensgruppen bestehen nicht nur aus externen Mitgliedern, vielmehr können auch innerhalb einer Organisation Personengruppen identifiziert werden, welche Forderungen definieren. Zusammengefasst werden alle „Personen, Personengruppen und Institutionen, die an den Aktivitäten eines Unternehmens mitwirken oder davon unmittelbar oder mittelbar betroffen sind“ [2] als ‚Anspruchsgruppen‘ bezeichnet.

Die Umsetzung der Forderungen ist von existentieller Notwendigkeit für eine Organisation. So kann die Missachtung von gesetzlichen Anforderungen oder Auflagen mit hohen Sanktionen, welche bis zur zwangsweisen Einstellung der betrieblichen Tätigkeiten führen können, verbunden sein. Die Ausrichtung der internen Prozesse auf diese Forderungen ist nicht nur aufgrund der

drohenden Sanktionen notwendig, vielmehr werden durch weitere Anspruchsgruppen, wie beispielsweise durch den Kunden, Bedürfnisse an die Organisationen herangetragen. Die Umsetzung dieser Forderungen beschreibt daher auch ein Erfolgskriterium und kann eine Differenzierung zu weiteren Marktteilnehmern ermöglichen.

Die Umsetzung rechtlicher Vorschriften als auch interner Ordnungskriterien wird unter dem Begriff Compliance zusammengefasst [14]. Diese gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Umsetzung der Anforderungen muss dabei nicht nur intern dokumentiert werden, sondern auch nach außen hin sichtbar sein. Aus diesem Grund werden geeignete Dokumentations- und Berichterstattungswerkzeuge benötigt.

Aufgrund der hohen Bedeutung der verschiedenen Anforderungen müssen diese durch die Organisationsführung zunächst vollständig identifiziert und erfasst werden [6] [22]. Somit wird die Grundlage für die Integration der Bedürfnisse in die internen Prozesse geschaffen. Der zweite Schritt beinhaltet die Analyse der Forderungen. Hierbei zeigt sich, dass diese miteinander in Beziehung stehen [3]. Dies können zum einen Komplementaritäts- als auch Konkurrenzbeziehungen sein [5]. Neben der Erfassung und Implementierung der Forderungen ist auch die Kommunikation der Umsetzung der Forderungen an die entsprechenden Anspruchsgruppen von herausragender Bedeutung. Hierbei existieren zum einen Vorschriften, welche den Nachweis der Umsetzung der Forderungen definieren. Zum anderen ist auch die freiwillige Kommunikation der Umsetzung der Forderungen anzustreben. Somit können Konflikte durch den Abbau von Informationsasymmetrien abgewendet (z. B. wenn die Umsetzung der Bedürfnisse einer Bürgerinitiative auch öffentlich gemacht wird) und die Reputation gesteigert werden. Nur durch die Berichterstattung bezüglich der Umsetzung der Forderungen kann die Organisation Transparenz gegenüber den entsprechenden Anspruchsgruppen schaffen.

Die verschiedenen Anspruchsgruppen haben dabei unterschiedliche Informationsbedürfnisse, welche durch die Organisation gedeckt werden müssen. Aus diesem Grund ist eine anspruchgruppenorientierte Ausrichtung der Unternehmenskommunikation vorzunehmen. Nur so kann beispielsweise die nötige Akzeptanz für die berichteten Informationen geschaffen werden [8].

Um die geforderte Anspruchsgruppenorientierung der Kommunikation zu gewährleisten, ist zum einen eine geeignete Aufbereitung der zu berichtenden Informationen notwendig. Zum anderen muss auch der Erstellungsprozess des Berichtes anspruchgruppenorientiert ablaufen. So sollen beispielsweise nur die für die entsprechende Zielgruppe relevanten Informationsfragmente in den Bericht aufgenommen werden. Durch eine IKT-gestützte Berichterstattung ist es möglich diese Orientierung vorzunehmen. Hierzu müssen allerdings notwendige Mechanismen etabliert werden, damit die Informationen als auch der Erstellungsprozess strukturiert werden können. Im Rahmen der Strukturierung dieser Informationsbasis existieren im Bereich des Semantic Webs zwei Standards. Hierbei handelt es sich zum einen um das Resource Description Framework (RDF) [20] des World Wide Web Consortiums (WC3) und zum anderen um den Standard 13250 – Topic Maps der International Organization for Standardization (ISO). Beide Standards bieten Konzepte, welche die strukturierte und fokussierte IKT-gestützte Berichterstattung ermöglichen. Im Rahmen dieses Artikels wird beschrieben, wie diese Berichterstattung mit Hilfe des Topic Maps Standards umgesetzt werden kann. Der Vergleich der beiden Konzepte der Topic Maps und des RDF [21] [7] zeigt, dass aufgrund der größeren Vielfalt von Möglichkeiten zur Verknüpfung der Informationen sowie der besseren Handhabbarkeit des Topic Maps Standards für den menschlichen Nutzer dieses Konzept im hier vorliegenden Kontext geeigneter ist.

Aus diesem Grund beschreibt dieser Artikel, wie die Anwendung von Topic Maps die Erstellung von anspruchsrgruppenbezogenen Berichten unterstützen kann. Zu diesem Zweck stellt der zweite Abschnitt die wesentlichen Anforderungen an eine anspruchsrgruppenorientierte Berichterstattung dar. Der dritte Abschnitt gibt eine kurze Einführung in den Topic Maps Standard, wobei die im vorliegenden Kontext relevanten Konzepte erläutert werden. Darüber hinaus wird beschrieben, wie die Anwendung von Topic Maps die Berichterstattung unterstützen kann. Dieser Artikel endet mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere Arbeiten.

## **2 Anforderungen an eine anspruchsrgruppenzentrierte Berichterstattung**

Wie der erste Abschnitt bereits gezeigt hat, existieren vielfältige Anspruchsgruppen, welche heterogene Forderungen an eine Organisation herantragen. Jede dieser Anspruchsgruppen hat einen unterschiedlichen Informationsbedarf, sowohl was den Inhalt als auch den Umfang an berichteten Informationen angeht. Im Allgemeinen kann hierbei zwischen objektivem und subjektivem Informationsbedarf unterschieden werden [15]. Der objektive Bedarf beschreibt dabei die Menge an Information, die ein Entscheider zum Fällen der Entscheidung eigentlich benötigt. Der subjektive Bedarf hingegen definiert den Umfang an Information, welcher aus Sicht des Entscheidungsträgers notwendig und relevant ist, um seine Aufgabe durchzuführen. Um den Entscheider bestmöglich zu unterstützen, muss der Inhalt stets an die Bedürfnisse der Empfänger angepasst werden, andernfalls besteht die Gefahr einer fehlenden Akzeptanz beim Adressaten [8]. Zu diesem Zweck muss eine Verknüpfung der Forderungen und somit der Anspruchsgruppen mit den relevanten Daten innerhalb der Organisation erfolgen. Diese Verknüpfung erlaubt in einem weiteren Schritt die bedarfsgerechte Berichtsgenerierung. Die entsprechenden Daten werden dabei typischerweise durch Kennzahlen sowie den initiierten Maßnahmen innerhalb der Organisation repräsentiert. Diese Elemente und deren Entwicklung sind die Kernelemente der Informationsbedürfnisse der Anspruchsgruppen.

Aufgrund der Vielzahl von Anspruchsgruppen ist eine Anpassung der Berichterstattung gegenüber den Anspruchsgruppen im Bereich des Compliance Management anzustreben. Das bedeutet, die intern erfassten Informationen müssen mit den externen Vorgaben und Bedürfnissen verknüpft werden. Diese Fokussierung der Informationen kann die Umsetzung der Vorgaben klar verdeutlichen und somit dazu beitragen, Probleme, welche aufgrund unpräziser Kommunikation mit den Anspruchsgruppen entstehen, zu vermeiden.

Zentraler Bestandteil vieler Berichte ist die Darlegung der Entwicklung der Organisation, entweder in einem bestimmten Bereich oder aber allgemein. Diese Entwicklung wird durch die Darstellung von Kennzahlen und deren Ausprägungen, ergänzt um eventuelle Kennzahlenvergleiche, beispielsweise über verschiedene Perioden, präsentiert. Neben diesem zahlenmäßigen Inhalt wird ein Bericht zumeist um weitere Elemente ergänzt. So ist die Darstellung eines Organisationsportraits keine Seltenheit. Auch weitere Analysen oder die Beschreibung der strategischen Ausrichtung findet oftmals in Berichten Beachtung.<sup>1</sup> Diese Elemente lassen sich nicht aus verschiedenen Kennzahlen berechnen. Vielmehr beinhalten sie durch entsprechende Personengruppe erstellte Textpassagen. Auch diese Elemente müssen im Rahmen einer anspruchsrgruppenzentrierten Berichterstattung auf die Adressaten ausgerichtet werden. So können für

---

<sup>1</sup> Ein Beispiel für die hier beschriebene inhaltliche Zusammensetzung ist im Bereich der Nachhaltigkeitsberichterstattung zu finden. So definiert die Global Reporting Initiative (GRI) u. a. die beschriebenen Berichtselemente [9].

verschiedene Anspruchsgruppen unterschiedliche Kombinationen aus solchen Textpassagen, ergänzt um Kennzahlenanalysen, von Relevanz sein.

### **3 Aufbau eines Topic Maps-basierten Ordnungsrahmens zur Unterstützung der Berichterstattung**

#### **3.1 Topic Maps**

Der Standard der Topic Maps bildet eine mögliche computergestützte Umsetzung von semantischen Netzen [19]. Das Topic Maps – Data Model (TMDM) ist dabei zentraler Bestandteil der Standardfamilie. Dieses schreibt vor, dass ein realweltlicher Aussagegegenstand immer durch ein Topic repräsentiert wird [11]. Diese Konvention fordert, dass für jeden relevanten Aussagegegenstand, welcher modelliert werden soll, ein Topic erzeugt werden muss [12]. Allgemein ist ein Topic die Instanz von null oder mehreren Typen (Klassen) [16]. Diese werden wiederum als Topics abgebildet. Topics besitzen verschiedene Eigenschaften. Diese sind die Namen des Topics (topic names), die Belegstellen bzw. relevanten Informationsobjekte des Topics (topic occurrences) und die Rollen, welche das Topic im Rahmen von Beziehungen einnimmt [23].

Die Namen (topic names) von Topics bilden eine Eigenschaft dieser. Hierbei erlauben Namensvarianten die Abbildung von verschiedenen Namensbezeichnungen. Der Einsatzzweck der jeweiligen Namensvarianten ist durch einen Parameter spezifizierbar [17].

Die Belegstellen bzw. die Informationsressourcen eines Topics bilden eine weitere Eigenschaft dieser. Diese Belegstellen werden in Form von Verknüpfungen, welche das Topic mit der Ressource verbindet, dargestellt und als Occurrences bezeichnet [11]. Dabei besteht die Möglichkeit kleine Informationsressourcen (z.B. kurze Artikel) direkt in der Topic Map zu speichern oder ein Uniform Resource Identifier (URI) auf die entsprechende Ressource anzugeben [12]. Zur Spezifikation der Ressourcenart ist es möglich, Occurrences einen Typ zuzuordnen. Dabei kann eine Occurrence die Instanz von genau einer Klasse sein [17]. Analog zu den Namensvarianten der Topics können auch die Verknüpfungen zu den Informationsressourcen mit Gültigkeitsbereichen [11] versehen werden.

Neben der Verknüpfung eines Topics mit einer Informationsressource besteht die Möglichkeit der Modellierung von Verbindungen zwischen mehreren Topics. Hierzu wird das Konzept der Associations bereitgestellt. Associations sind dabei multidirektionale Verbindungen, welche in unterschiedliche Richtungen gelten. Somit sind Associations unabhängig von der Leserichtung gültig [17]. Verknüpfungen in einer Topic Map sind demnach ungerichtet. Die Anzahl, der an der Verknüpfung beteiligten Topics ist dabei nicht beschränkt. So muss an einer Beziehung mindestens ein Topic beteiligt sein [17]. Die Topics, welche an der Verknüpfung partizipieren, nehmen eine bestimmte Rolle ein [18]. Diese Rollen werden über Topics spezifiziert und ermöglichen den ungerichteten Associations semantisch eine Richtung zuzuweisen [12]. Die Topics zwischen denen die eigentliche Beziehung abgebildet wird, werden Rollenspieler genannt [11]. Analog den Occurrences können auch den Beziehungen maximal ein Typ zugeordnet werden [17]. Eine besondere Relation ist die Klasse-Instanz-Beziehung. Dieser Typ wird durch den Standard bereits durch die Typisierungsattribute der entsprechenden Elemente vorgegeben.



Innerhalb einer Topic Map ist es möglich, die Gültigkeit der Eigenschaften von Topics einzuschränken, was sinnvoll ist, da die verschiedenen Charakteristika nicht immer wahr sein müssen [13]. Scopes legen dabei fest, in welchem Kontext eine Eigenschaft gültig ist [13]. Diese Scopes werden durch Topics definiert.

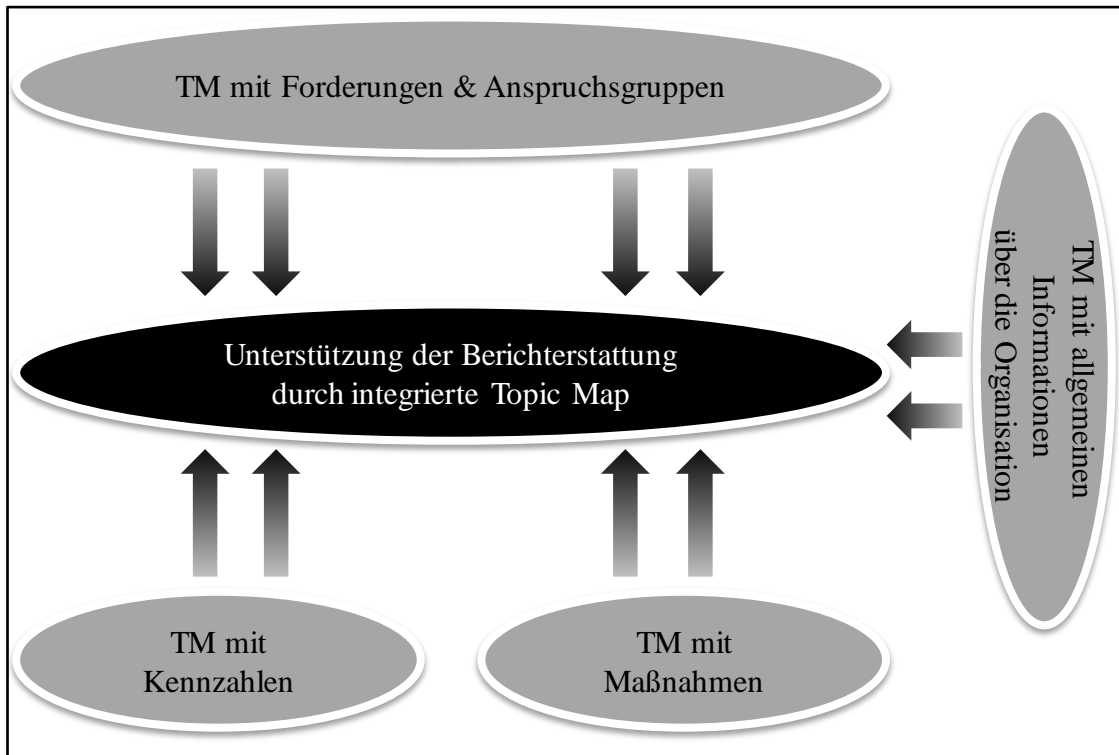
### 3.2 Ordnungsrahmen zur Unterstützung der Berichterstattung

Die Bereitstellung von anspruchsrgruppenbezogenen Berichten kann auf zwei Arten erfolgen. Entweder werden durch die Organisation verschiedene Berichtsversionen generiert und den entsprechenden Gruppen zur Verfügung gestellt oder aber es erfolgt eine ad-hoc Zusammenstellung der Berichtsinhalte bei Anfrage durch einen Interessenten. In beiden Fällen ist es notwendig, den Inhalt flexibel zusammenstellen zu können.

Zur Umsetzung der anspruchsrgruppenorientierten Berichterstattung bietet der Topic Map Standard eine weitreichende Unterstützung. Durch die Konstruktion einer entsprechenden Topic Map wird ein Ordnungsrahmen als Basis für die Erstellung verschiedener Berichte erzeugt. Jede Anspruchsgruppe sollte als Empfänger eines Berichtes in der Lage sein, nachzuvollziehen, welche ihrer Forderungen umgesetzt wurden und welche nicht. Damit diese Anspruchsgruppenorientierung umgesetzt werden kann, sind verschiedene Schritte im Prozess der Berichterstattung zu beachten. Zunächst müssen die Forderungen der entsprechenden Anspruchsgruppen erfasst werden. Der zweite Schritt stellt die Verknüpfung der internen Indikatoren mit dem entsprechenden Forderungen dar. Nur mit Hilfe dieser Verknüpfung ist es möglich, inhaltliche Beziehungen zwischen internen Analyseergebnissen und den Bedürfnissen der Interessensgruppen zu identifizieren. In einem dritten Schritt erfolgt die individualisierte Berichterstattung. Hierbei können verschiedene Versionen eines Berichtes erzeugt werden. Somit wird jedem Empfänger ein notwendiges Maß an Information bereitgestellt, indem nur die für ihn relevanten Dinge übermittelt werden.

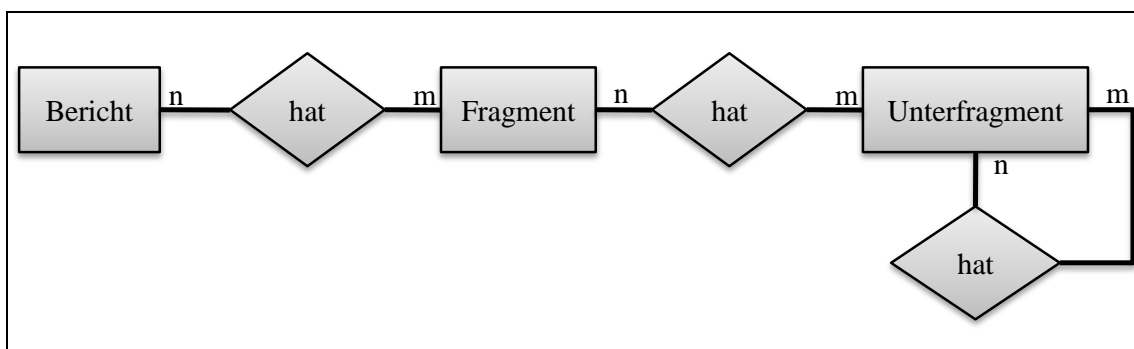
Für die Erfassung von ökologischen Forderungen existiert bereits ein Topic Map basiertes Konzept [7], welches verallgemeinert im vorliegenden Szenario Anwendung findet. Darüber hinaus liegt bereits ein Konzept zur Modellierung von ökologischen Kennzahlensystemen mit Topic Maps vor [4], welches durch eine Verallgemeinerung um Kennzahlen anderer Bereiche ebenfalls in den vorliegenden Kontext integriert wird. Ergänzt um implementierte Maßnahmen entsteht eine Topic Map als Ordnungsrahmen, welcher die anspruchsrgruppenorientierte Kommunikation ermöglicht und die in Bild 1 dargestellte Architektur hat.

Wie das Bild 1 zeigt, sind weiterhin allgemeine Informationen über die Organisation als Textfragmente zu erfassen, welche ebenfalls typischerweise Bestandteile verschiedener Berichte darstellen [9]. Die aus dem Aufbau resultierende Topic Map (TM) ermöglicht nicht nur die benötigte Strukturierung der Berichtgegenstände sondern erlaubt darüber hinaus eine Verknüpfung der intern erhobenen Indikatoren mit den Forderungen und somit mit den Anspruchsgruppen. Die Topic Map unterstützt dabei die berichterstattende Organisation bereits bei der Identifikation der relevanten Berichtgegenstände. In diesem Rahmen kann stets der Bezug zu den Anspruchsgruppen abgeleitet werden.



**Bild 1:** Aufbau des Ordnungsrahmens

Um eine flexible und anspruchsgruppenorientierte Berichterstattung auf Basis der integrierten Topic Map zu ermöglichen, wird im Folgenden zunächst der Aufbau eines solchen Berichtes genauer spezifiziert. Die folgende Abbildung zeigt das Modell eines Berichtes, wie es im vorliegenden Kontext zur Generierung von Inhalten herangezogen werden kann.



**Bild 2:** Aufbau eines mit Hilfe von Topic Maps generierbaren Berichtes

Ein Bericht besteht aus mehreren Fragmenten, welche beispielsweise Kapitel repräsentieren können. Diese Fragmente bestehen wiederum aus Unterfragmenten (z.B. Unterkapitel). Ein Unterfragment kann dabei aus mehreren weiteren Unterfragmenten bestehen, so dass ein solches Unterfragment auch aus einer einzigen Information z.B. einem Wort oder einem Zahlenwert bestehen kann. So kann ein Unterfragment beispielsweise durch ein Kennzahlentopic repräsentiert werden, welches die aktuelle Kennzahl für den Bericht liefert.

In diesem Szenario wird ein Bericht als Topic abgebildet. Auch wenn mehrere Varianten eines Berichtes existieren bzw. möglich sind, wird nur ein Topic modelliert. Dieses beschreibt anspruchsrgruppenunabhängig den Bericht, wie beispielsweise „Jahresabschlussbericht 2010“. Dem Topic wird ein allgemeingültiger Name zugewiesen. Darüber hinaus sollten auch verschiedene Namensvarianten mit entsprechenden Gültigkeitsbereichen modelliert werden. Diese erhöhen die Verständlichkeit des Berichtes für die einzelnen Anspruchsgruppen.

Alle Fragmente und Unterfragmente werden ebenfalls durch Topics repräsentiert. Dabei werden diesen Topics entweder die Klasse Fragment oder Unterfragment zugeordnet, um die Art des repräsentierten Bausteins erkennen zu können. Die Klassen werden in einer Meta-Ebene modelliert.

Innerhalb der Belegstelle der Fragmente bzw. Unterfragmente kann zum einen der Text des entsprechenden Elementes hinterlegt werden oder, wenn es sich um längere Passagen handelt, eine Verknüpfung zu einem Dokument erfolgen, welches den Text beinhaltet. Zur Gewährleistung der Anspruchsgruppenorientierung ist es nicht nur möglich eine Textpassage zu definieren, vielmehr besteht die Möglichkeit verschiedene Varianten einer inhaltlichen Textpassage für die verschiedenen Anspruchsgruppen zu generieren (bspw. in unterschiedlichem Detailierungsgraden). Dabei werden verschiedene Belegstellen erzeugt, deren Inhalt die entsprechende Textpassage ist, und mit einer Beschränkung des Gültigkeitsbereiches auf die entsprechende Anspruchsgruppe versehen. Mit Hilfe dieser Vorgehensweise, können ferner Textpassagen für verschiedene Perioden zu einem inhaltlichen Fragment definiert werden. Das Bild 3 zeigt ein Topic, welches ein exemplarisches Fragment beinhaltet und dabei verschiedene Inhalte für rechtliche und ökologische Anspruchsgruppen im Jahr 2010 definiert.

Durch die Erfassung der Forderungen, Maßnahmen und Kennzahlen innerhalb einer Topic Map besteht nun die Möglichkeit der Verknüpfung dieser Elemente mit den Fragmenten. Dies erlaubt es, im Rahmen der Berichterstattung über die Umsetzung einer entsprechenden Forderung, die korrespondierenden Fragmente in den Bericht zu übernehmen. Ferner können Soll- und Istwerte aus den Kennzahlentopics in den Bericht übernommen werden.

Nachdem die verschiedenen Textfragmente durch Topics definiert wurden, erfolgt im weiteren Schritt die Verknüpfung der entsprechenden Elemente. Somit werden die zulässigen bzw. benötigten Kombinationen der Elemente definiert. Eine genaue Betrachtung der im Bild 2 dargestellten Struktur eines Berichts zeigt, dass zwei grundsätzliche Typen von Beziehungen benötigt werden. Dies ist zum einen die „hat\_fragment“-Beziehung, welche die Fragmente zu den entsprechenden Berichten zuordnet. Zum anderen ist die „hat\_unterfragment“-Relation von Bedeutung, welche einem Fragment bzw. einem Unterfragment ein weiteres Unterfragment zuordnet. Als Eingabeparameter der Relation ist jeweils das Fragment/Unterfragment zu nennen, welches ein Teil des Elementes auf höherer Hierarchieebene ist. Ferner kann mit der „hat\_unterfragment“-Beziehung auch eine Kennzahl oder Forderung zu den entsprechenden Fragmenten hinzugefügt werden. Zur Einbindung eines Kennzahlen- oder Forderungstopics in einen Bericht wird dieses zusätzlich der Klasse Unterfragment hinzugefügt.

Im Rahmen der Verknüpfung von Fragmenten beziehungsweise Unterfragmenten mit Elementen der höheren Hierarchieebene ist bei der Generierung die Anordnungsreihenfolge von Bedeutung. Wird diese nicht eingehalten, kann es zu sinnfreien Textpassagen bei der Berichtsgenerierung kommen, da die Abschnitte nicht in korrekter Ordnung zusammengeführt wurden. Um dies zu gewährleisten, stehen zwei Optionen zur Verfügung. Entweder jedes Element wird mit

einem Unterelement durch eine binäre Beziehung verbunden oder es werden mehrstellige Beziehungen, welche alle Unterelemente mit dem entsprechenden Element auf einmal verbinden, verwendet. Im ersten Fall muss die Reihenfolge des Unterelements innerhalb dieser gespeichert werden. Dies kann über eine zusätzliche Belegstelle erfolgen, welche als Datum die Position des Fragments bzw. Unterfragments enthält. Um diese Belegstelle von anderen unterscheiden zu können, ist eine Typisierung sinnvoll.

Der Vorteil der Nutzung dieser Vorgehensweise liegt darin, dass die entsprechende Relation mit einem Gültigkeitsbereich versehen werden kann und das verknüpfte Topic somit nur im entsprechenden Kontext ausgewertet wird. Hierbei besteht aber die Gefahr, dass innerhalb des Topics Belegstellen mit anderen Gültigkeitsbereichen definiert wurden, welche eventuell nicht mehr erreichbar sind. Ferner beinhaltet diese Variante auch eine starke Einschränkung der Flexibilität. So ist es nicht möglich, ein Fragment oder Unterfragment verschiedenen Elementen höherer Ebene zuzuordnen, wenn diese dabei jeweils unterschiedliche Positionen einnehmen sollen.

```
<topic id="fragment1">
  <instanceOf>
    <topicRef href="#FragmentTyp"/>
  </instanceOf>
  <name>
    <value>Einführung der Organisation</value>
  </name>
  <occurrence>
    <scope>
      <topicRef href="#2010"/>
      <topicRef href="#rechtlich"/>
    </scope>
    <resourceRef href="c:\2010\InOrg\rechtlich.doc"/>
  </occurrence>
  <occurrence>
    <scope>
      <topicRef href="#2010"/>
      <topicRef href="#ökologisch"/>
    </scope>
    <resourceRef href="c:\2010\InOrg\ökologisch.doc"/>
  </occurrence>
  <occurrence>
    <resourceData></resourceData>
  </occurrence>
</topic>
```

**Bild 3: Ein Topic, welches ein Berichtsfragment definiert**

Die zweite Variante zur Anordnung der Unterelemente in entsprechender Reihenfolge bildet die Nutzung von mehrstelligen Beziehungen. Hierbei kann die Reihenfolge durch die Definition verschiedener Eingaberollen festgelegt werden. Dabei kann ein Unterfragment in verschiedenen Beziehungen unterschiedliche Eingaberollen übernehmen. Die Rollen, welche durch Topics spezifiziert werden, sollten zur besseren Handhabung die repräsentierte Position als Belegstelle beinhalten. Diese mehrstelligen Beziehungen haben in allen Gültigkeitsbereichen Bestand, so dass die Auswertung der zu importierenden Textfragmente erst innerhalb der Belegstellen der Topics erfolgt. Wird die Beziehung mit einem Gültigkeitsbereich versehen, kann es passieren, dass auch Topics, welche eigentlich gültige Fragmente repräsentieren, nicht ausgewertet werden, da die Beziehung durch einen strengeren Gültigkeitsbereich nicht evaluierbar ist. Bild 4 visualisiert die Nutzung mehrstelliger Beziehungen zur Verknüpfung von Fragmenten und Unterfragmenten. In Bild 4 ist zunächst ein Topic modelliert, welches den Beziehungstyp repräsentiert.

Es sind verschiedene Namen angegeben, mit deren Hilfe eine Benennung der Beziehung beispielsweise im Rahmen der Darstellung der Topic Map vorgenommen werden kann. Die eigentliche Beziehung verbindet zwei Unterfragmente mit dem Fragment, welches in Bild 3 exemplarisch dargestellt ist. Die Eingabeelemente sind dabei entsprechenden Rollen zugewiesen, welche auch die semantische Information der Position der entsprechenden Elemente beinhalten. Weiterhin wurde ein Topic definiert, welches einen Eingabeparameter spezifiziert. Dabei ist die Position als Belegstelle des Typs „Reihenfolge“ definiert. Die Definition der weiteren Rollen erfolgt analog.

Die Nutzung der mehrstelligen Beziehung stellt eine höhere Flexibilität dar. Unterelemente können auf einfachem Weg mit mehreren Elementen verbunden werden. Dabei wird das Element als jeweiliger Eingabeparameter an der entsprechenden Stelle der Beziehungen eingebunden. Dabei können auch die einmal erstellten Topics, welche die Rollen spezifizieren wiederverwendet werden. Im vorliegenden Szenario wird aus diesem Grund die Nutzung von mehrstelligen Beziehungen zur Verknüpfung von Unterfragmenten mit anderen Fragmenten bzw. Unterfragmenten als zielführend angesehen.

Mit Hilfe der beschriebenen Konzepte ist es möglich, einen Bericht, wie in folgender Abbildung exemplarisch dargestellt, als Topic Map zu modellieren. In Bild 5 sind verschiedene Textpassagen eines Berichtes dargestellt. Die unterschiedlichen Grautöne, stellen die Gültigkeitsbereiche, der damit verknüpften Dokumente, welche den kontextspezifischen Inhalt des jeweiligen Fragments bereitstellen, dar. Wird nun ein Bericht in einem entsprechenden Kontext erzeugt, können mit Hilfe der Scopes die passenden Dokumente in das Ergebnis importiert werden.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Nutzung von Topic Maps im Rahmen der Berichterstattung ermöglicht die Generierung von anspruchsrgruppenindividuellen Berichten. Dabei kann weiterhin genau dokumentiert werden, welche Forderungen die entsprechenden Anspruchsgruppen an die Organisation herantragen und wie diese innerhalb der Organisation Beachtung finden. Auch das Maß der Implementierung der Forderungen wird deutlich. Die vorgestellte Vorgehensweise bildet somit auch einen geeigneten Ansatz im Rahmen des Compliance Managements die Umsetzung der Anforderungen nach außen zu dokumentieren.

```

<topic id="hat_unterfragment">
  <name><value>hat unterfragment</value></name>
  <name>
    <scope><topicRef href="#Eingabe"/></scope>
    <value>Unterfragment des Fragment</value>
  </name>
  <name>
    <scope><topicRef href="#Ausgabe"/></scope>
    <value>Fragment mit Unterfragment</value>
  </name>
</topic>

<association>
  <type><topicRef href="#hat_unterfragment"/></type>
  <role>
    <type><topicRef href="#Eingabe1"/></type>
    <topicRef href="#OrganisationGeschichte "/>
  </role>
  <role>
    <type><topicRef href="#Input1"/></type>
    <topicRef href="#OrganisationMitarbeiter"/>
  </role>
  <role>
    <type><topicRef href="#Ausgabe"/></type>
    <topicRef href="#Fragment1"/>
  </role>
</association>

<topic id="Eingabe1">
<instanceOf>
  <topicRef href="#Eingabe"/></instanceOf>
  <name><value>Eingabe Position 1</value></name>
  <occurrence>
    <type><topicRef href="#Reihenfolge"/></type>
    <resourceData>1</resourceData>
  </occurrence>
</topic>

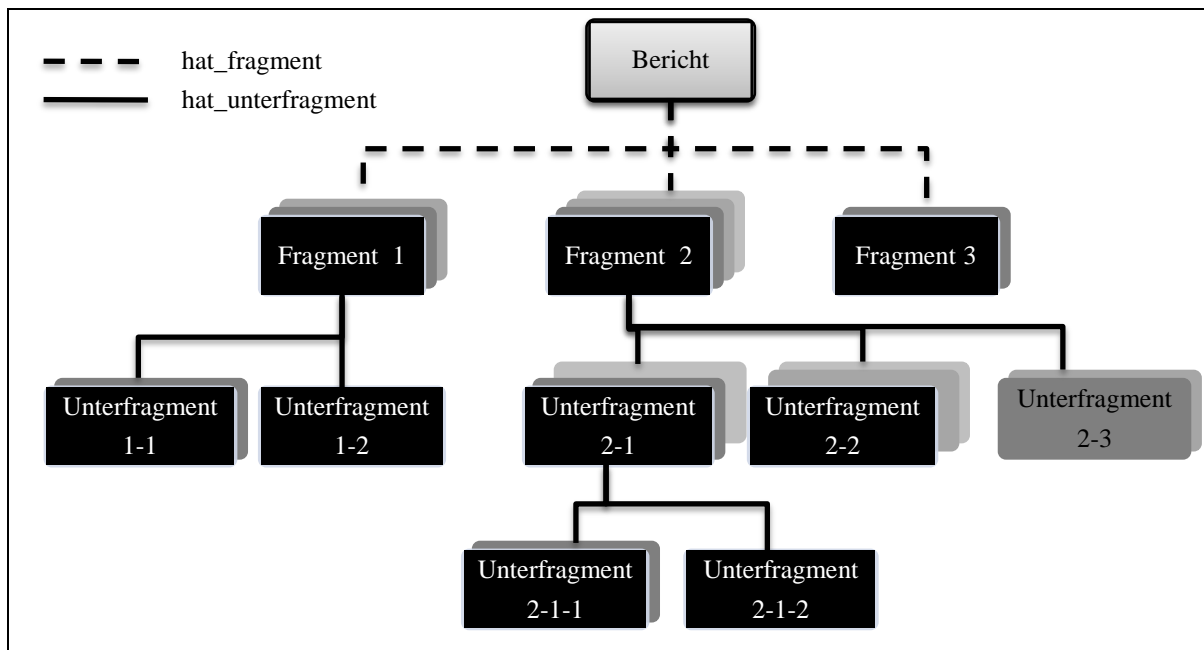
```

**Bild 4: Die Verknüpfung eines Fragments mit zwei Unterfragmenten mit Hilfe einer n-ären Beziehung**

Die Topic Map erlaubt es dabei, verschiedene Varianten des Berichtes zu erzeugen, so dass die verschiedenen Adressaten keine unnötigen Informationen erhalten. Diese Versionen können zum einen elektronisch als auch zum anderen in gedruckter Form vorliegen.

Dabei müssen die Berichte nicht im Vorfeld erzeugt werden. Auch ad-hoc Anfragen lassen sich durch die effiziente Nutzung der Topic Map jederzeit realisieren. Die entsprechenden Textpassagen können durch Experten erstellt und verwaltet werden. Dies stellt die inhaltliche Qualität der Berichte sicher.

Im Rahmen von weiteren Arbeiten ist zu prüfen, wie die Topic Map ferner als Navigationshilfe innerhalb von elektronischen Berichten eingesetzt werden kann. Dabei steht die Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit der Berichte im Vordergrund. Weiterhin ist zu prüfen, wie die Definition und Integration von Textfragmenten in die Topic Map verbessert werden kann.



**Bild 5:** Beispiel eines zusammengesetzten Berichtes

## 5 Literatur

- [1] Ahrens V (2001): Allgemeine und ethische Grundlagen von Managementsystemen. In: Ahrens V, Hofmann-Kamensky M (Hrsg.) Integration von Managementsystemen: Ansätze für die Praxis. Vahlen, München.
- [2] Ahrens, V. (2001): Business Excellence durch Stakeholder Value Management. In: Ahrens V, Hofmann-Kamensky M (Hrsg.) Integration von Managementsystemen: Ansätze für die Praxis. Vahlen, München.
- [3] Arndt, H-K, Jacob S (2010): Ein Konzept zur Steuerung von Organisationen bei unklaren Zieldefinitionen unter Berücksichtigung von ökologischen Forderungen mit Hilfe von semantischen Netzen. In: Greve K, Cremers AB (Eds.) Integration of Environmental Information in Europe (24th International Conference on Informatics for Environmental Protection in Cooperation with Intergeo2010, Bonn 2010, 06.10.-08.10.2010). Shaker, Aachen.
- [4] Arndt H-K, Jacob S (2010): EnviroMaps – Eine Modellierungsvorschrift zur Abbildung von Umweltkennzahlensystemen mit Topic Maps. In: Greve K, Cremers AB. (Eds.) Integration of Environmental Information in Europe (24th International Conference on Informatics for Environmental Protection in Cooperation with Intergeo2010, Bonn 2010, 06.10.-08.10.2010). Shaker, Aachen.
- [5] Arndt H-K, Jacob S (2011): Management ökologischer Anforderungen mit Topic Maps. In: Tagungsband Arbeitskreis Umweltinformationssystem Workshop 2011. In Druck.
- [6] Bea FX, Haas J (2005): Strategisches Management. 4. Auflage, Lucius und Lucius, Stuttgart.
- [7] Garshol LM (2003): Living with topic maps and RDF. <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tmrdf.html> Abruf am 2011-03-03.
- [8] Gladen W (2003): Kennzahlen- und Berichtssysteme – Grundlagen zum Performance Measurement. 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden.

- [9] Global Reporting Initiative (GRI) (2006): Leitfaden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung. [http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/B77474D4-61E2-4493-8ED0-D4AA9BEC000D/2868/G3\\_LeitfadenDE1.pdf](http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/B77474D4-61E2-4493-8ED0-D4AA9BEC000D/2868/G3_LeitfadenDE1.pdf) Abruf am 2011-03-20.
- [10] Hofmann-Kamensky M (2001): Grundelemente, Gestaltungsregeln und Nutzen von Managementsystemen. In: Ahrens V, Hofmann-Kamensky M (Hrsg.) Integration von Managementsystemen: Ansätze für die Praxis. Vahlen, München.
- [11] ISO (2008): Topic Maps — Data Model. <http://www.isotopicmaps.org/sam/sam-model/2008-06-03/> Abgerufen am 2011-03-22.
- [12] Maicher L (2007): Autonome Topic Maps – Zur dezentralen Erstellung von implizit und explizit vernetzten Topic Maps in semantisch heterogenen Umgebungen. Dissertation Universität Leipzig.
- [13] Pepper S, Gronmo GO (2002): Towards a General Theory of Scope. <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/scope.htm> Abgerufen am 2011-03-22.
- [14] Ohrtmann N (2009): Compliance – Anforderungen an rechtskonformes Verhalten öffentlicher Unternehmen. LinkLuchterhand, Köln.
- [15] Picot A, Reichwald R, Wigand RT (2003): Die Grenzenlose Unternehmung – Information, Organisation und Management. 5. Auflage, Gabler, Wiesbaden.
- [16] Rath HH, Pepper S (2000): Topic Maps: Introduction and Allegro. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.103.2288&rep=rep1&type=pdf> Abgerufen am 2011-03-22.
- [17] Rath HH (2003): The Topic Maps Handbook. [http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/lectures/anatomie-i-und-k-system/empolistopicmapswhitepaper\\_eng.pdf](http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/lectures/anatomie-i-und-k-system/empolistopicmapswhitepaper_eng.pdf) Abgerufen am 2011-03-22.
- [18] Smolnik S (2005): Wissensmanagement mit Topic Maps in kollaborativen Umgebungen – Identifikation, Explikation und Visualisierung von semantischen Netzwerken in organisationalen Gedächtnissen. Shaker, Aachen.
- [19] Sowa JF (1991): Principles of Semantic Networks – Explorations in the Representation of Knowledge. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo.
- [20] W3C (2004): Resource Description Framework (RDF) – Concepts and Abstract Syntax. <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/> Abgerufen am 2011-03-03.
- [21] W3C (2006): A Survey of RDF/Topic Maps Interoperability Proposals. <http://www.w3.org/TR/rdfm-survey> Abgerufen am 2011-03-03
- [22] Welge M, Al-Laham A (1999): Strategisches Management – Grundlagen – Prozess – Implementierungen. 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden.
- [23] Widhalm R, Mück T (2002): Topic Maps – Semantische Suche im Internet. Springer, Berlin, Heidelberg.



# Universitäres Alumni-Management in Online Social Networks

**Simon Heine**

Universität Osnabrück, Institut für Informationsmanagement und Unternehmensführung (IMU), E-Mail: heinesimon@googlemail.com

**Uwe Hoppe**

Universität Osnabrück, Institut für Informationsmanagement und Unternehmensführung (IMU), E-Mail: uwe.hoppe@uni-osnabrueck.de

**Melanie Steinhüser**

Universität Osnabrück, Institut für Informationsmanagement und Unternehmensführung (IMU), E-Mail: melanie.steinhueser@uni-osnabrueck.de

## Abstract

Online Social Networks (OSN) bieten eine ausgezeichnete Möglichkeit für Hochschulen, ihre ehemaligen Studierenden zu vernetzen. Ziel dieses Artikels ist es, den State of the Art der Nutzung von OSN für die Alumni Arbeit zu beschreiben. Hierzu haben wir mit einer dreistufigen Suchstrategie für insgesamt 109 deutsche Universitäten deren Präsenzen für Alumni Gemeinschaften identifiziert, ausgewertet und miteinander verglichen. Die Ergebnisse verdeutlichen große Unterschiede. Nur wenige Universitäten verzichten auf die Nutzung eines OSN für die Alumni Arbeit, in der Regel nutzen sie mehrere. Die auf geschäftliche Ziele ausgerichteten Netze Xing und LinkedIn werden bevorzugt. Anhand der Indikatoren Reichweite, Aktivität und Resonanz haben wir Ranglisten erstellt, die zeigen, welche Universitäten sich in der Spitzengruppe befinden und welche noch Nachholbedarf haben.

## 1 Einleitung und Motivation

Unsere Arbeitsgruppe geht der Frage nach, wie Universitäten OSN effizient und nachhaltig nutzen können. Langfristiges Ziel ist es, Handlungsempfehlungen zu entwickeln. Was unterscheidet eine erfolgreiche, aktive Gemeinschaft von Ehemaligen einer Universität von einer eher inaktiven und - gemessen an dem Anteil der Ehemaligen in der Gemeinschaft - eher wenig repräsentativen? Hierzu war in einem ersten Schritt der Status Quo der Nutzung von OSN zu erheben und zu analysieren. Dieser Artikel dokumentiert die Ergebnisse.

Die hohe Zahl an potentiellen Alumni Gemeinschaften an Hochschulen ist eine Herausforderung sowohl an den zu leistenden Aufwand der Erhebung als auch an die Darstellung der Ergebnisse bei gegebenem Umfang dieses Artikels. Wir haben uns daher bei der Erhebung auf deutsche Universitäten beschränkt.

In dem Beitrag gehen wir den folgenden Forschungsfragen nach:

- Was ist der Status Quo der Nutzung von OSN durch Universitäten?  
Welche Universitäten sind in welchen Netzwerken vertreten?
- Adressieren die Hochschulen eher allgemeine Netzwerke wie Facebook oder bevorzugt Business-Netze wie XING?
- Sind die entsprechenden Präsenzen in den Netzwerken eher offen oder geschlossen?
- Unterscheiden sich unterschiedliche Arten von Universitäten in der Nutzung der OSN?
- Welches sind die aktiven Universitäten, welches die inaktiven?
- Wie kann die Qualität der Präsenz einer Universität in einem OSN gemessen und bewertet werden?

Hierzu gliedern wir unseren Beitrag wie folgt: Im Grundlagenteil 2 motivieren wir die Untersuchung, beschreiben kurz die vier Netzwerke, die wir als relevant eingeschätzt und untersucht haben, und geben einen Überblick über verwandte Arbeiten. In Teil 3 zur Datenerhebung und -auswertung erläutern wir die Grundgesamtheit der Universitäten und diskutieren die Indikatoren, anhand derer wir die Präsenzen der Alumni Gemeinschaften in den OSN bewertet haben. Diese Indikatoren waren an die spezifischen Gegebenheiten der Netze anzupassen. In Teil 4 dokumentieren wir die Ergebnisse, die wir in allgemeine und für das jeweilige Netzwerk spezifische unterteilt haben. Wie sich zeigen wird, bevorzugen deutsche Universitäten die an geschäftlichen Zwecken orientierten Plattformen XING und LinkedIn. Daher verdeutlichen wir an diesen beiden Beispielen exemplarisch die Bewertung anhand der definierten Indikatoren. Teil 5 schließt mit einer Diskussion und einem Ausblick.

## 2 Grundlagen

Eine der ältesten deutschen Alumni Organisationen in Deutschland wurde 1894 an der „Königlich Preußische Lehranstalt für Obst und Weinbau“ in Geisenheim gegründet. Dieser Alumni Club existiert noch heute und nennt sich „Vereinigung ehemaliger Geisenheimer – Geisenheim Alumni Association e.V.“ [3] Doch selbst dieser Pionier der Alumni Arbeit in Deutschland ist im Vergleich zur amerikanischen „Alumni Historie“ noch jung. Dort sind Alumni Organisationen „quasi ein Nebenprodukt der US-amerikanischen Universitäts-geschichte“. [4] Ziele, die Hochschulen mit der Alumni Arbeit verfolgen, sind u.a. Fundraising, Imageverbesserung und die Etablierung von Forschungsnetzwerken und Praxiskontakten. [11], [18] Die Bereitschaft der Alumni zu materieller oder immaterieller Unterstützung der Universität beruht dabei nicht nur auf Zufall, sondern wird durch Faktoren wie Zufriedenheit mit der Ausbildung oder die Identifikation mit der Hochschule beeinflusst [8].

Wenn Absolventen ihre Alma Mater verlassen, führt der Berufseinstieg zu einer mehr oder minder starken räumlichen nationalen und zunehmend auch internationalen Verteilung. Das Internet lässt Restriktionen, wie persönliche Kommunikation, physische Präsenz und / oder örtliche Nähe, die vor einigen Jahren für ein Zustandekommen und Fortbestehen sozialer

Verbindungen Voraussetzung waren, verschwinden. [9] OSN bieten daher aufgrund ihrer Community-bezogenen Kommunikationsdienste eine sehr gute Möglichkeit, den Austausch und die Kontaktpflege im Rahmen der Alumni Arbeit zu unterstützen.

Erkenntnisse der Netzwerkforschung ([6], [15]) lassen sich durchaus auf das heutige Phänomen der OSN anwenden, weshalb diese als eine durch die Informationstechnologie weiterentwickelte bzw. technologisierte Form der klassischen sozialen Netzwerke angesehen werden können. Unter OSN sind somit webbasierte Plattformen zu verstehen, die es den Internetnutzern, durch die Bereitstellung unterschiedlicher Funktionen und Dienste, ermöglichen, im WWW Beziehungen aufzubauen und zu pflegen. [12]

Bei der Auswahl der OSN für diese Untersuchung haben wir uns auf vier der größten Netzwerke Facebook, LinkedIn, XING und Twitter beschränkt. Die gewählten Netzwerke sind für die Alumni Arbeit von Hochschulen relevant (vgl. auch [17]) und decken aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausrichtung auf eher kommerzielle Kontakte (wie XING national in Deutschland oder LinkedIn international) oder nicht zweckgebundene Kontakte wie Facebook ein breites Spektrum ab, das durch Twitter, den reichweitenstärksten Microblogging-Dienst, ergänzt wird.

**Facebook** ist mit über 750 Millionen Mitgliedern [2] das größte OSN der Welt. Es bietet zwei grundsätzliche Möglichkeiten, um Ehemalige einer Universität zusammen zu führen und zu informieren. Die erste ist die *Gruppe*. Sie dient überwiegend dem privaten Meinungsaustausch, da Inhalte einem definierten Personenkreis, z.B. Ehemaligen einer Universität, zur Verfügung gestellt werden können. Facebook *Seiten* sind hingegen als ein öffentliches Profil zu interpretieren, dienen eher der Informationsbereitstellung und lassen sich individueller gestalten. Beide Funktionen finden Anwendung bei der Unterstützung der Alumni Arbeit deutscher Universitäten.

Im Jahr 2002 wurde das heute weltweit größte Business Netzwerk **LinkedIn** (über 120 Millionen Mitglieder) gegründet. [14] Es bietet seinen registrierten Nutzern ebenfalls eine *Gruppenfunktion* an. Im Gegensatz zu Facebook bietet LinkedIn jedoch die Möglichkeit die Gruppe explizit als eine Alumni Gruppe auszuzeichnen. Aufgrund der auf den Business-Fokus des Netzwerkes zurückzuführenden Funktionen heben sich LinkedIn-deutlich von Facebook-Gruppen ab.

Das dritte, in dieser Studie betrachtete Netzwerk ist das in Deutschland ansässige und lokal sehr populäre Business-Netzwerk **Xing**. Im Gegensatz zu den beiden vorgenannten Netzwerken ist zur Gründung einer Gruppe auf Xing ein Antragsformular mit gruppenspezifischen Informationen, wie Name der Gruppe, voraussichtliche Größe der Gruppe, etc. nötig. Erst wenn dem Antrag von einem zuständigen XING-Verantwortlichen stattgegeben wurde, gibt es die Möglichkeit für einen Administrator der Präsenz, weitere Einstellungen vorzunehmen. Auch hier findet die Funktion „Stellenangebote“ ihren Platz im Gruppenmenü, weshalb sich die Xing Gruppen durchaus mit denen von LinkedIn vergleichen lassen. Allerdings ähneln die vielseitigen Gestaltungsmöglichkeiten eher denen einer Facebook Seite.

Der vierte Erhebungsgegenstand ist der mit über 120 Millionen registrierten aktiven Nutzern [21] reichweitenstärkste Microblogging-Dienst im Internet, **Twitter**. Die Plattform ermöglicht es, Kurznachrichten, sogenannte „Tweets“, zu veröffentlichen, zu empfangen oder nur zu lesen. Twitter besticht durch eine etwas andere Funktionsweise, als die hier bisher

vorgestellten Netzwerke, liefert aber Grundfunktionalitäten (vgl. [12]), wie die Möglichkeiten, ein Profil einzurichten, in Echtzeitkontakt zu treten und sich zu vernetzen, weshalb es ebenfalls als OSN angesehen wird. Die Einrichtung eines Twitter Accounts ist durch wenige Klicks erledigt. Durch stetiges Verfassen von Tweets werden Nutzer mit Informationen versorgt. Die Vernetzung erfolgt dabei durch das Folgen des „Alumni Accounts“ durch die Ehemaligen.

In der Literatur existieren einige verwandte Arbeiten zur Nutzung von OSN im Privatbereich (vgl. z.B. [1]) oder durch Unternehmen ([5], [19], [16]). Ein Vortrag auf einer CHE Veranstaltung im Juni 2011 zu Hochschulmarketing im Web präsentierte Ergebnisse einer Studie, die allgemeine Hinweise auf die Nutzung von OSN durch deutsche Hochschulen liefert, dabei jedoch nicht auf Alumni Management fokussiert [17]. Eine Arbeit, die explizit untersucht, inwieweit OSN von Hochschulen für die Alumni Arbeit genutzt werden, gibt es bisher noch nicht.

### 3 Datenerhebung

Laut Hochschulkompass der Hochschulrektorenkonferenz gibt es in Deutschland 109 Universitäten und Hochschulen mit Promotionsrecht. [10] Die Untersuchungsgesamtheit dieser primärstatistischen Vollerhebung besteht somit zum Stichtag der Erhebung, dem 01.05.2011, aus insgesamt  $n=109$  Universitäten. Davon sind 67 der Kategorie allgemeine (staatliche) Universitäten zuzuordnen. Darauf folgen die technischen (staatlichen) Universitäten mit 15, die kirchlichen mit 11, die privaten mit 10 und abschließend die pädagogischen (staatlichen) Hochschulen mit 6 Bildungsstätten.

Das empirische Datenmaterial für die Studie lieferte eine Online-Beobachtung. Die Datenerhebung sollte Antwort auf die oben genannten Forschungsfragen geben. Dazu mussten zunächst alle Präsenzen gefunden und erfasst werden. Da sich die Präsenzen und die auf sie verweisenden Einträge alle im World Wide Web befinden, wurden hierzu allgemeine Suchmaschinen wie Google und spezifische Suchfunktionen, die von den Betreibern der OSN bereit gestellt werden, verwendet. Suchmaschinen bzw. -funktionen, die auf html-codierten Webseiten operieren, stellen definierte Mengen von Funktionen für die Suche zur Verfügung, die aus dem Information Retrieval bekannt sind, d.h. die Möglichkeit, Ausdrücke mit booleschen Operatoren zu bilden, um nach korrespondierenden Zeichenketten in den OSN-Präsenzen zu suchen [13]. Um hierbei die möglichen Fehler zu vermeiden, nämlich existierende Präsenzen nicht zu finden (Recall) oder zahlreiche irrelevante Treffer (Precision) zu erhalten, welche die Effizienz der Auswertung gefährden, wurde die Suchstrategie in 3 Stufen unterteilt:

1. Über die offizielle Internetpräsenz der Alumni-Gemeinschaft wurden Hinweise auf Aktivitäten in OSN ausfindig gemacht. Die Treffer innerhalb dieser Stufe hatten den Vorteil, dass sie definitiv die offiziellen Präsenzen der Alumni Arbeit darstellten und somit in der folgenden Stufe 2 nur noch einmal verifiziert werden mussten.
2. Die unterschiedlichen integrierten Suchfunktionen der OSN wurden eingesetzt. Für LinkedIn, Xing und Twitter konnte die Suche in dieser Stufe durch Operatoren spezifiziert und eingeschränkt werden. Die Qualität der Ergebnisse war somit als hoch einzuschätzen.

3. Eine Suche über die Suchmaschine Google musste daher nur noch für Facebook durchgeführt werden. Da die Gruppen auf Facebook alle über die Domain „facebook.com/group/...“ zu erreichen sind, wurde zur Gruppensuche über den Suchoperator „site:“ nur auf dieser Domain gesucht. Bei der Suche nach Alumni Seiten musste auf den Operator „site:“ verzichtet werden, da es ab 25 Fans möglich ist, den Seitennamen und die Seiten URL zu vereinen und diese somit nicht mehr unter „facebook.com/pages/...“ zu finden ist, sondern beispielsweise unter „facebook.com/unibonn“.

Nachdem die Suchstrategie formuliert war, stellte sich die Frage, anhand welcher Indikatoren Aussagen über die gefundenen Präsenzen gewonnen werden sollten. Hierzu haben wir uns an der Literatur orientiert. Aus [19] übernehmen wir den Indikator der Reichweite, der angibt, wie viele Menschen in einem bestimmten Zeitintervall mit einem bestimmten Medienangebot erreicht worden sind. Dabei ist unerheblich, wie lange oder wie oft dieses genutzt wurde; ausschlaggebend ist allein, dass eine Person Kontakt mit dem Angebot hatte. [7], [20] Für OSN gehen wir daher von der Zahl der Gruppenmitglieder bzw. Follower als Indikator für die Reichweite aus.

Wie in [16] unterscheiden wir weiterhin in Aktivität und Resonanz. Die Aktivität in einem Netz wird in gruppenorientierten Netzen wie Facebook, XING oder LinkedIn anhand der Anzahl der erstellten Beiträge gemessen, für Twitter anhand der Anzahl der erstellten Tweets. Die Aktivität ist aber kein Selbstzweck. In der Regel beruht sie auf Maßnahmen der Betreiber einer Gemeinschaft. Als alleinige Kennzahl ermöglicht sie keine Aussage darüber, ob die geplanten Empfänger dieser Aktivitäten wirklich erreicht werden. Eine Präsenz (bzw. die Aktivität) in den OSN kann jedoch nur als effektiv bezeichnet werden, wenn ein gewisser Grad an Resonanz bei den Adressaten erzeugt wird, da nur dann die Zielgruppe auch erreicht wird. Als wesentliche Reaktion der Nutzer eines Netzes betrachten wir die Veränderung der Zahl der Nutzer: wächst das Netz, hat die Aktivität eine positive Resonanz. Hierzu ermitteln wir die Zunahme der Mitglieder bzw. Follower im Zeitverlauf.

Wir bewerten jede Präsenz also auf der Basis mehrerer beobachtbarer Indikatoren. Für diese fünf Indikatoren haben wir Ranglisten erstellt. Durch eine darauf folgende Aggregation aller erstellten Ranglisten für die jeweils fünf Indikatoren zu einer Gesamtrangliste können dann erfolgreiche Alumni Präsenzen identifiziert werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Indikatoren, abhängig vom jeweiligen OSN.

Netzwerk	Facebook		LinkedIn	Xing	Twitter
Präsenz	Gruppe	Seite	Gruppe	Gruppe	Account
Indikator 1 (Reichweite)	Mitglieder	Fans	Mitglieder	Mitglieder	Follower
Indikator 2 (Aktivität)	Beiträge gesamt	Beiträge gesamt		Beiträge gesamt	Tweets gesamt
Indikator 3 (Alter)	Datum des 1. Beitrags	Datum des 1. Beitrags	Gründungs- datum	Gründungs- datum	Datum des 1. Tweet
Indikator 4 (Aktivität)	Beiträge je Monat	Beiträge je Monat		Beiträge je Monat	Tweets je Monat
Indikator 5 (Resonanz)	Mitglieder je Monat	Fans je Monat	Mitglieder je Monat	Mitglieder je Monat	Follower je Monat

**Tabelle 1: Beobachtbare Indikatoren**

Indikator 1 repräsentiert die Reichweite. Auch wenn bei dieser Kennzahl große Gruppen einen Vorteil haben, ist es positiv zu bewerten, wenn auf einer Präsenz viele Alumni vernetzt sind. Weiterhin können diese Zahlen auch als Gesamtresonanz („Wie stark wurde die Präsenz von den bisherigen Absolventen angenommen?“) angesehen werden. Die Aktivität fließt mit zwei Indikatoren in die Bewertung ein. Der Grund dafür liegt darin, dass durch die gesamte Anzahl an Beiträgen (Indikator 2) ältere Präsenzen unter Umständen bevorzugt worden wären. Denn falls diese aufgrund ihres längeren Bestehens bereits viele Beiträge aufweisen, wären sie, bei Beschränkung auf diesen Indikator, als aktiver eingestuft worden, als Gruppen, die erst seit kurzem bestehen. Daher fließt Indikator 4 ebenfalls in die Bewertung mit ein. Somit kann der Vorteil der „Älteren“ relativiert werden und junge Präsenzen bekommen ebenfalls die Chance durch Aktivität zu punkten. Indikator 5 stellt den Resonanzindikator dar. Da eine Universität jedes Semester neue Absolventen hervorbringt, galt es zu messen, wie viel Zuwachs (Resonanz) im Mittel eine Präsenz je Monat hatte. Das Alter (Indikator 3) ist somit lediglich als ein Hilfsindikator anzusehen.

## 4 Datenauswertung

### 4.1 Allgemeine Ergebnisse

Wie in Bild 1 grafisch dargestellt, haben 82,57% der Universitäten mindestens eine OSN Alumni Präsenz vorzuweisen. Somit sind es lediglich 19 Bildungsstätten (17,43%), die mit ihrer Alumni Arbeit nicht auf einer der vier untersuchten Plattformen vertreten sind. Annähernd jede fünfte Universität (19,27%) ist auf einer der vier Plattformen aktiv. Mit jeweils ca. einem Drittel werden von den Universitäten jedoch die Kombinationen, auf zwei oder drei OSN parallel präsent zu sein, bevorzugt. Eine Expansion auf alle vier OSN wagten lediglich 4 Hochschulen (3,67%).

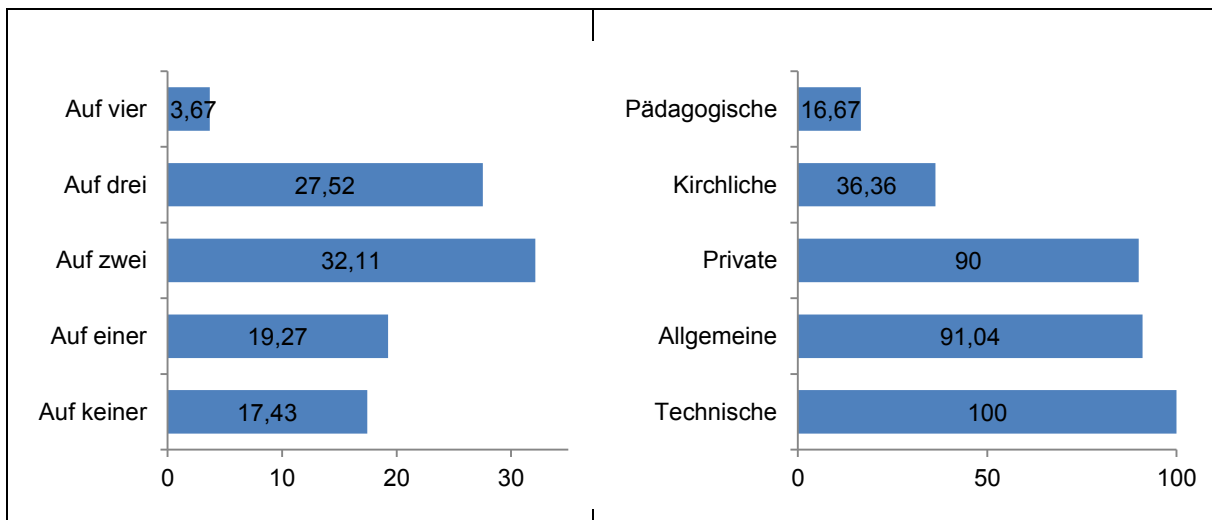


Bild 1: Alumni Präsenzen in OSN in %

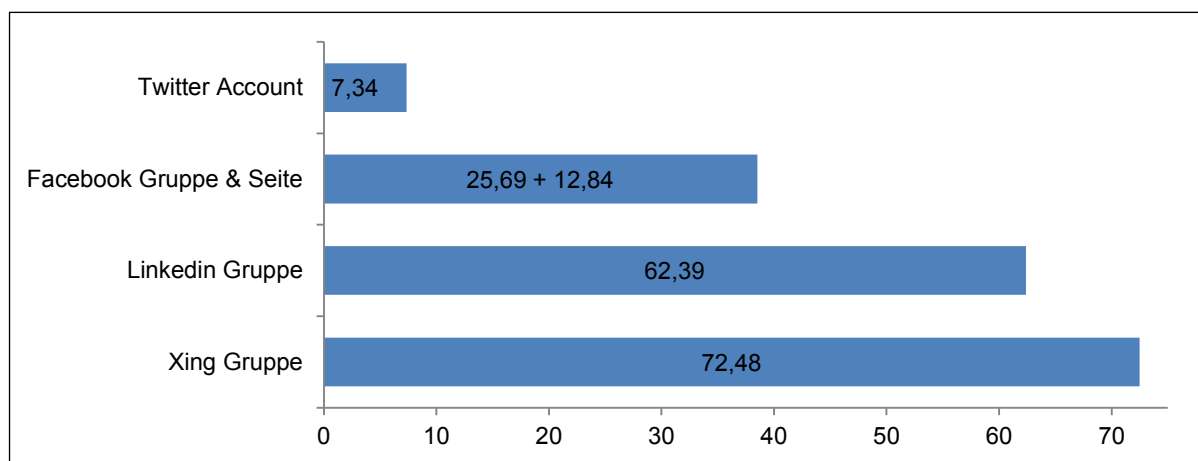
Bild 2: Nutzungsanteil nach Hochschulart in %

Betrachtet man die Nutzung von OSN in Abhängigkeit der Hochschulart (Bild 2), werden große Unterschiede deutlich. Während 100 % der technischen und ungefähr 9 von 10 der allgemeinen sowie privaten Universitäten auf mindestens einer Plattform aktiv sind, scheinen kirchliche und pädagogische Hochschulen den Einstieg verpasst zu haben. Lediglich 36,36%

(4 von 11 kirchlichen) und 16,67% (1 von 6 pädagogischen) dieser Bildungsstätten sind mit ihrer Alumni Arbeit bereits in OSN aktiv.

## 4.2 Netzwerkspezifische Ergebnisse

Bild 3 zeigt, dass Xing die von den Universitäten favorisierte Lösung zur Etablierung ihrer Alumni Arbeit in OSN ist. Auf Rang 2 folgt das Netzwerk LinkedIn mit seiner Gruppenfunktion. Diese nutzen 62,39%, um ihren Alumni die Möglichkeit zu geben, sich zu vernetzen. An dritter Stelle findet sich Facebook wieder. Hier sind insgesamt 38,53% Bildungsstätten mit Gruppen oder Seiten aktiv. Keine Universität wies Gruppen und Seiten parallel auf. Im „internen Duell“ zwischen den beiden Facebook Alternativen, liegen die Gruppen mit doppelt so vielen Präsenzen (25,69%) klar vor den Seiten (12,84%). Den vierten Platz nimmt der Microblogging-Dienst Twitter ein. Lediglich acht Alumni Accounts konnten bei Twitter ausfindig gemacht werden, was 7,34% der Untersuchungsgesamtheit entspricht.



**Bild 3: Anteil der Nutzung nach OSN**

Wie sich die Anzahl der Präsenzen je Plattform auf die einzelnen Hochschularten verteilt bzw. welche Plattformen von welchen Hochschularten in welchem Ausmaß genutzt werden, ist in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

Hochschulart	Facebook			LinkedIn	Xing	Twitter
	Gruppe/n	Seite/n	Gesamt	Gruppe/n	Gruppe/n	Account/s
Allgemeine (n=67)	28,36	16,42	44,78	70,15	83,58	4,48
Kirchliche (n=11)	9,09	0	9,09	9,09	9,09	0
Pädagogische (n=6)	0	0	0	0	16,67	0
Private (n=10)	50	0	50	80	50	30
Technische (n=15)	20	20	40	80	93,33	13,33
<b>Gesamt (n=109)</b>	<b>25,69</b>	<b>12,84</b>	<b>38,53</b>	<b>62,39</b>	<b>72,48</b>	<b>7,34</b>

**Tabelle 2: Anteil der Hochschulen je Netzwerk in %**

Facebook: Die allgemeinen und technischen Universitäten bilden, zusammen mit den privaten, die drei Hochschularten, die mit Gruppen und / oder Seiten auf Facebook am zahlreichsten vertreten sind. Die privaten Universitäten nutzen Facebook am häufigsten.

Jede zweite Bildungsstätte dieser Form ermöglicht ihren Alumni, sich in einer Gruppe auf Facebook zu vernetzen. Die Funktion, eine Seite zu erstellen, wird dagegen von ihnen überhaupt nicht genutzt. Diese wird nur von den allgemeinen und den technischen Universitäten in Anspruch genommen.

LinkedIn: Auch auf LinkedIn sind die pädagogischen und kirchlichen Hochschulen mit insgesamt nur einer Alumni Präsenz außen vor. Anders stellt sich der Sachverhalt bei den anderen drei Hochschularten dar. Die allgemeinen Universitäten bauen stark auf die Strukturen der Plattform LinkedIn, mit 70,15% weisen sie eine hohe Nutzungsrate auf. Bei technischen und privaten Universitäten konnte sogar eine Nutzung von 80% ermittelt werden. Lediglich zwei private und drei technische Bildungsstätten nutzen LinkedIn demnach nicht für ihre Alumni Arbeit. Für Erstere stellt LinkedIn damit sogar das favorisierte Netzwerk dar. Auf keiner anderen Plattform erzielten die privaten Hochschulen eine höhere Nutzungsrate als 80%.

Xing: Es wurde bereits festgestellt, dass Xing insgesamt das bevorzugte Netzwerk zur Etablierung von Alumni Präsenzen darstellt. Vor allem die technischen Universitäten scheinen mit über 90% das ehemalige OpenBC Netzwerk besonders zu favorisieren. Doch auch für die allgemeinen Universitäten ist Xing das Maß der Dinge. Denn bei ihnen wird mit knapp 84% ebenfalls der höchste Anteil erreicht. Die Gruppe der privaten Universitäten bevorzugt hingegen LinkedIn. Zwar sind mit 50% immer noch deutlich mehr Alumni Gruppen privater Universitäten auf Xing anzutreffen, als kirchliche und pädagogische mit jeweils einer Präsenz (9,09% und 16,67%), jedoch erhält Xing in dieser Kategorie nicht so viel Zuspruch wie LinkedIn.

Twitter: Der Microblogging-Dienst Twitter wird mit unter 10% mit Abstand am wenigsten zur Alumni Arbeit herangezogen. Auch hier setzt sich eine ähnliche Nutzungsverteilung fort und teilt sich lediglich zwischen den privaten, den technischen und den allgemeinen auf. Pädagogische und kirchliche Universitäten sind bei Twitter, wie ansatzweise schon bei den bereits vorgestellten Plattformen, gar nicht vertreten. Auch ein Großteil der anderen drei Hochschularten scheint in Twitter noch keine Sinnhaftigkeit für ihre Alumni Arbeit erkannt zu haben. Lediglich die privaten Universitäten glänzen mit dem Anteil 30%. Darauf folgen die technischen mit immerhin noch 13,33%, gefolgt von den allgemeinen Universitäten mit 4,48%.

#### **4.3 Ausgewählte netzwerkspezifische Bewertung am Beispiel Xing und LinkedIn**

In der Studie wurde sich bewusst zu einer netzwerkbezogenen Bewertung entschieden, da die vier OSN zu unterschiedliche Strukturen aufweisen, um die determinierten Indikatoren plattformübergreifend zu vergleichen. Es wäre beispielsweise nicht valide gewesen, Tweets des Microblogging-Dienstes Twitter mit Beiträgen in einer Facebook Gruppe zu vergleichen und daraus eine Aussage über die Aktivität zu treffen.

Es wurden die Messwerte der determinierten Indikatoren je Universität ermittelt und diese anschließend je Indikator in einer Rangliste erfasst. Dadurch entstanden je OSN vier Ranglisten (bzw. zwei für LinkedIn, da dort Beiträge für Nicht-Gruppenmitglieder nicht einsehbar sind). In ihnen steht die Universität mit dem höchsten Wert auf dem ersten Rang. Im Anschluss daran erfolgte die Aggregation. Dazu wurde jede Universität, die in einer der Indikatorranglisten auftauchte, zusammen mit der Summe ihrer Platzierungen erfasst.



Zur Erstellung einer Gesamtrangliste wurde schließlich der Durchschnittswert aus den summierten Platzierungen errechnet. Den ersten Rang der Gesamtrangliste belegte demzufolge die Universität mit dem niedrigsten und somit besten Durchschnittsrang. Beispielhaft sollen an dieser Stelle die Bewertungen der Alumni Arbeit der 12 höchstplatzierten Hochschulen auf den Plattformen Xing und LinkedIn dargestellt werden.

LinkedIn, das international am häufigsten genutzte Business Netzwerk, wird auch von deutschen Universitäten bzw. ihrer Alumni Arbeit intensiv genutzt. Vor allem die technischen Universitäten scheinen stark auf die Gruppenfunktion von LinkedIn zu vertrauen. Gleich sieben der oberen Plätze werden von technischen Universitäten eingenommen (Tabelle 3), darunter sogar die ersten Zwei. Vier der zwölf vorne gelisteten Präsenzen stellen die allgemeinen Universitäten. Lediglich ein Rang ist in der Hand der privaten Universitäten. Mit der RWTH Aachen nimmt eine technische Universität den ersten Rang ein. Sie ist eine der vier Universitäten, die in allen vier untersuchten OSN vertreten sind, und stellt mit 1.948 Mitgliedern die LinkedIn Gruppe mit der höchsten Reichweite, sowie mit 44,27 neuen Mitgliedern je Monat (im Schnitt) seit der Gründung die resonanzstärkste Gruppe dar.

Rang	Hochschule	Art	Reichweite (Anzahl Mitglieder)	Resonanz (Mitglieder/Monat)
1	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	TU	1948	45,3
2	Karlsruher Institut für Technologie	TU	1335	37,08
3	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	AU	926	27,24
4	Universität Mannheim	AU	883	25,97
4	Technische Universität Berlin	TU	950	22,62
6	Technische Universität München	TU	817	20,95
7	Technische Universität Dresden	TU	690	20,91
8	WHU - Otto Beisheim School of Management - Vallendar	PU	726	19,62
9	Technische Universität Darmstadt	TU	611	14,55
10	Universität Hamburg	AU	394	19,7
10	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	AU	408	17
12	Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig	TU	587	13,34

**Tabelle 3: Top 12 der Gesamtrangliste LinkedIn**

Xing ist das für die Alumni Arbeit deutscher Universitäten am stärksten genutzte OSN (72,48%) und liefert demnach die größte Gesamtrangliste in der plattformbezogenen Bewertung. Wie aus Tabelle 4 ersichtlich, fällt auf, dass der Anteil der technischen Universitäten - anders als im Business Netzwerk LinkedIn - unter den vorderen Plätzen längst nicht so hoch ist und die allgemeinen Universitäten scheinbar eher auf Xing bauen, als auf LinkedIn. Ebenfalls sind beträchtlich viele Universitäten, die in den anderen OSN weit oben angesiedelt waren, auch auf Xing hoch positioniert. Darunter u.a. die Universität Hamburg, die auch in der Rangliste der Facebook Seiten an dritter Stelle gastiert und in der Xing Rangliste den ersten Rang einnimmt. Mit 8.417 Mitgliedern ist sie die drittgrößte ermittelte Alumni Gruppe und konnte seit Gründung im Schnitt je Monat 129,49 Mitglieder zulegen. Beim Indikator der meisten Beiträge, muss sie sich lediglich der Fernuniversität aus Hagen geschlagen geben. Diese verzeichnet mit Abstand am meisten Beiträge. In der Xing Rangliste nehmen auch Gruppen von Universitäten vordere Plätze ein, die in anderen Netzwerken nicht auffallen, wie die Xing Gruppe der Universität Magdeburg. Diese existiert

erst seit knapp einem Jahr und konnte durch den massiven Zuwachs an Mitgliedern innerhalb dieser 12 Monate punkten (241 im Schnitt je Monat).

Rang	Hochschule	Art	Reichweite (Anzahl Mitglieder)	Resonanz (Mitglieder / Monat)	Aktivität (Beiträge)	Aktivität (Beiträge / Monat)
1	Universität Hamburg	AU	8417	129,49	1700	26,15
2	FernUniversität in Hagen	AU	4763	68,04	3082	44,03
3	Technische Universität Berlin	TU	4136	91,91	721	16,02
4	Freie Universität Berlin	AU	3077	69,93	1505	34,20
4	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	AU	5178	139,95	439	11,86
6	Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main	AU	5340	89,00	615	10,25
7	Georg-August-Universität Göttingen	AU	8615	121,34	478	6,73
7	Universität Leipzig	AU	4900	106,52	489	10,63
9	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	TU	9788	123,90	356	4,51
10	Westfälische Wilhelms-Universität Münster	AU	5849	91,39	334	5,22
11	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	AU	2651	241,00	238	21,64
12	Universität zu Köln	AU	7044	86,96	344	4,25

**Tabelle 4: Top 12 der Gesamtrangliste Xing**

## 5 Fazit

Wir haben uns bei der Untersuchung auf eine rein deskriptive Statistik gestützt, die für sich gesehen keine Erklärung der Befunde erlaubt. Es lassen sich aber plausible Überlegungen anstellen. Die augenscheinliche Abstinenz der kirchlichen und pädagogischen Universitäten von OSN könnte mit einer – insbesondere im Vergleich zu technischen Universitäten – geringeren Technikaffinität zusammen hängen. Auch allgemeine Hochschulen verfügen in der Regel über Informatik- und/oder Wirtschaftsinformatik-Lehrstühle, die häufig auch OSN zum Forschungsgegenstand erheben. Die Dominanz der geschäftsorientierten Netzwerke XING und LinkedIn erscheint plausibel, da die Alumni nach dem Verlassen der Universität in ihre jeweiligen Berufe einsteigen und sie dort einen Nutzen in ihrer Alumni-Gemeinschaft vor allem aus der Anbahnung von Kontakten, der Vermittlung von Jobangeboten sowie gegebenenfalls auch aus Kooperation mit ihrer ehemaligen Hochschule ziehen können. Die Bevorzugung von LinkedIn bei den privaten Hochschulen lässt sich mit deren starker internationaler Ausrichtung erklären. Dass private Hochschulen darüber hinaus ganz allgemein sehr stark in der Alumni Arbeit engagiert sind, lässt sich mit deren Finanzierungsstruktur erklären, die überproportional auf private Gelder angewiesen ist: Kontakte zu Alumni eröffnen die Aussicht auf Spenden und lukrative Projekte. Bei der Beurteilung eines unterschiedlichen Engagements in einer Alumni Arbeit, die sich auf OSN stützt, spielen sicherlich auch Faktoren wie die Verfügbarkeit finanzieller und personeller Ressourcen an den Universitäten sowie auch die Bedeutung, die die jeweiligen Hochschulleitungen der Alumni Arbeit zugestehen, eine Rolle. Hierüber haben wir aber in dieser Untersuchung keine Aussagen erhoben.

Die Untersuchung unterliegt einer Reihe von Einschränkungen:

- Die Präsenzen im Facebook waren schwer zu erfassen. Beispielsweise gibt es auch reine Universitätsseiten, die einen Hinweis auf Alumni-Themen enthalten. D.h., diese Universitäten verzichten darauf, einen expliziten Auftritt für Alumni einzurichten. Derartige Präsenzen wurden in dieser Untersuchung nicht erfasst.
- Wir haben mit absoluten Zahlen gearbeitet. D.h., die Reichweite einer Gemeinschaft wurde nicht in das Verhältnis gesetzt zur Größe der Universität, beispielsweise gemessen an der Zahl der Studierenden oder besser noch an der Zahl der Absolventen und Absolventinnen der letzten Jahre.
- Einige Gruppen bei XING oder LinkedIn oder Facebook waren geschlossen. Eine interne Beobachtung derartiger Gruppen war uns nicht möglich, da hierzu die erforderliche Mitgliedschaft fehlte.
- Die Resonanz haben wir mit der zahlenmäßigen Entwicklung der Netzwerke gemessen. Denkbar im Sinne einer Wirkung auf die Aktivitäten des Netzwerkbetreibers wären auch gewesen, die Reaktionen der Nutzer zu messen, d.h. die Zahl der Antworten auf Beiträge, die Zahl der Re-Tweets im Falle von Twitter u.ä.. Mit der Methode der Online-Beobachtung ist dieses so nicht möglich. Hierzu müsste man softwaregestützt die Bezüge zwischen Beiträgen bzw. Tweets und Antworten hierauf bzw. Re-Tweets herstellen und auszählen.

Folgende Forschung soll Ergebnisse liefern, mit denen die ermittelten deskriptiven Größen in einem Zusammenhang gebracht werden können. Hierzu ist zunächst zu definieren, was den Erfolg einer Alumni-Gemeinschaft ausmacht. Dieses könnte durch eine Befragung von Universitäten, Alumni oder auch anhand qualitativer Fallstudien geschehen.

Die Digital Natives werden demnächst Absolventen von Universitäten sein. Diese Zielgruppe hat andere Ansprüche an die Informationsversorgung und ist an OSN, aber auch an Video-Angebote wie auf YouTube, gewöhnt. Die Alumni Arbeit von Universitäten muss sich hierauf einstellen. OSN sind sicherlich der richtige Ansatz, um diese Ehemaligen zu erreichen. Wie und in welcher Form dieses am besten geschehen kann, ist Gegenstand weiterer Forschungen.

## 6 Literatur

- [1] BITKOM (2011): Soziale Netzwerke. Eine repräsentative Untersuchung zur Nutzung sozialer Netzwerke im Internet. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Berlin.
- [2] Facebook (2011): People on Facebook.  
<https://www.facebook.com/press/info.php?statistics>. Abgerufen am 16.09.2011.
- [3] Geisenheimer (2011): Die VEG stellt sich vor....  
<http://www.geisenheimer.de/Verein.2409.0.html>. Abgerufen am 07.06.2011.
- [4] Gomboz, I (2001): Alumni-Beziehungen – Eine Frage der Kultur?. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (Hrsg.): Alumni Netzwerke – Strategien der Absolventenarbeit an Hochschulen, Dokumentation des Symposiums „Die Entdeckung der Alumni“ in Bonn. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V., Essen.

- [5] Göhring, M; Niemeier, J; Vujnovic, M (2010): Enterprise 2.0 – Zehn Einblicke in den Stand der Einführung. <http://www.centrestage.de/enterprise-2-0-studie/>. Abgerufen am 01.06.2010.
- [6] Granovetter, M (1973): The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 78(6): 1360-1380.
- [7] Hans-Bredow-Institut (2006): Medien von A bis Z, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- [8] Heckman, R; Guskey, A (1998): The relationship between alumni and university: Toward a theory of discretionary collaborative behavior. *Journal of Marketing Theory and Management* 6(2): 97-111.
- [9] Heidemann, J (2010): Online Social Networks – Ein sozialer und technischer Überblick. *Informatik-Spektrum* 33(3): 262-271.
- [10] Hochschulkompass (2011): Universitäten und Hochschulen mit Promotionsrecht. <http://www.hochschulkompass.de/hochschulen/hochschulen-in-deutschland-die-hochschulsuche.html>. Abgerufen am 01.05.2011.
- [11] Hoffmann, S; Müller, S (2008): Intentionen postgradualer Bindung: Warum Studenten der Wirtschaftswissenschaften nach dem Examen dem Alumniverein beitreten wollen. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 60(3): 570-600.
- [12] Koch, M; Richter, A (2007): Enterprise 2.0 – Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software im Unternehmen. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, Wien.
- [13] Lewandowski, D (2005): Web Information Retrieval. Technologien zur Informationssuche im Internet. Dinges&Frick GmbH, Wiesbaden.
- [14] LinkedIn (2011): Über uns. <http://de.press.linkedin.com/about>. Abgerufen am: 19.09.2011.
- [15] Milgram, S (1967): The small world problem. *Psychology Today* 1(1): 67-67.
- [16] Nicolai, AT; Vinke, D (2009): Wie nutzen Deutschlands größte Marken Social Media? Eine empirische Studie <http://www.construktiv.de/newsroom/wp-content/uploads/2010/06/construktiv-Social-Media-Studie.pdf>. Abgerufen am 07.06.2011.
- [17] Richter, C (2011): Vortrag über Hochschulmarketing im Web: Eine Reise durch die Web- und Marketingepochen 0.5 bis 2.0. EXPERTENFORUM II: Onlinemarketing und Social Media - Aktuelle Trends im Hochschulmarketing. CHE-Marketing-Veranstaltung, Universität zu Köln [http://www.che.de/downloads/Veranstaltungen/CHE\\_Vortrag\\_Hochschulmarketing\\_im\\_Web\\_Constance\\_Richter\\_PK329.pdf](http://www.che.de/downloads/Veranstaltungen/CHE_Vortrag_Hochschulmarketing_im_Web_Constance_Richter_PK329.pdf). Abgerufen am 01.08.2011.
- [18] Rohlmann A; Wömpener A (2009): Alumni Relationship Management als Erfolgsfaktor im Wettbewerb der Hochschulen. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 79(4): 473-502.
- [19] Rolke, L; Flocke, L (2009): Wie die DAX 30 Unternehmen Social Media nutzen, Ergebnisbericht online verfügbar unter: [http://www.forschungscamp.com/files/wie\\_die\\_dax\\_30\\_unternehmen\\_social\\_media\\_nutzen.pdf](http://www.forschungscamp.com/files/wie_die_dax_30_unternehmen_social_media_nutzen.pdf). Abgerufen am 07.06.2011.
- [20] Schenk, S; Döbler, T (2006): Marktforschung – Reichweite, Zielgruppe und Image. In: Scholz, C (Hrsg.) *Handbuch Medienmanagement*. Springer, New York.
- [21] Twitter blog (2011): One hundred million voices: <http://blog.twitter.com/2011/09/one-hundred-million-voices.html>. Abgerufen am 18.09.2011.

# Ein Blog für das Beschwerdemanagement an Hochschulen: Determinanten der Nutzungsabsicht

**Yvonne Gaedke, Susanne Robra-Bissantz**

TU Braunschweig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Informationsmanagement,  
38106 Braunschweig, E-Mail: {y.gaedke|s.robra-bissantz}@tu-braunschweig.de

## Abstract

Seit Februar 2009 setzt die Technische Universität Braunschweig als erste Hochschule im deutschsprachigen Raum einen Blog zum Beschwerdemanagement ein. Bisher zeigen sich die Mitarbeiter nur wenig motiviert, freiwillig an der Diskussion mitzuwirken. Dieser Beitrag soll einen Beitrag zur Untersuchung der Determinanten der Nutzungsabsicht liefern. Zu diesem Zweck wird ein Forschungsmodell vorgestellt, das die Nutzungsabsicht als abhängige Variable erklärt. Dafür werden zunächst basierend auf Forschung zur Nutzerakzeptanz, Determinanten der Nutzungsabsicht identifiziert. Mit Hilfe eines auf der vorangegangenen Literaturrecherche erstellten Interviewleitfadens, werden 17 Mitarbeiter zu möglichen Einflussfaktoren befragt. Die Auswertung führt zur Extraktion folgender acht Determinanten: Einstellung, sozialer Einfluss, Vertrauen, relativer Vorteil, Ergebniserwartung, Rollenunklarheit, Selbstwirksamkeit und Angst.

## 1 Einleitung

Durch die Einführung von Studiengebühren und den zunehmenden, transparenteren Vergleich der nationalen und internationalen Universitäten, wachsen auch die Ansprüche und Wünsche der Studenten gegenüber den Universitäten [12]. Es ist daher notwendig, auf dieses Bedürfnis der Studenten einzugehen, und ihnen eine Plattform zu bieten, auf der sie ihre Beschwerden und Ideen äußern können und sie dadurch in den Verbesserungsprozess zu integrieren [27]. Gleichzeitig muss ein geeignetes Beschwerdemanagement kontrollieren, dass die eingegangenen Beiträge auch bearbeitet werden. Eine Möglichkeit ist der Einsatz eines Blogs. Innerhalb eines hBlogs können Studenten vorgebrachte Vorschläge, Probleme und Kritiken diskutieren und werden mit benötigten Informationen versorgt [23]. Studenten werden somit am Prozess der Lösungsfindung beteiligt. Die steigenden Ansprüche der Studenten haben sich auch an der TU Braunschweig bestätigt. Studenten forderten im Zuge der Einführung der Studiengebühren eine zentrale Beschwerdestelle [10]. Als Reaktion darauf schuf die Universität die Stelle des Beschwerdemanagers und seit Februar 2009 werden Probleme, Ideen und Lob von Studenten auf einem dafür programmierten moderierten Blog öffentlich diskutiert. Das Blog trägt den Namen

Sag's uns<sup>1</sup>. Das generelle Ziel von Sag's uns ist die Verbesserung der Kommunikation und des Informationsaustausches innerhalb der Universität, also auch unter den unterschiedlichen Einrichtungen und Institutionen. Sag's uns ist eine Plattform, die Wissen zur Verfügung stellt, das sonst nirgendwo gespeichert oder formuliert wird. Gute Ideen und Lösungen können dann von anderen Einrichtungen und Institutionen gegebenenfalls übernommen werden. Essenziell hierfür ist, dass überhaupt eine Diskussion zwischen den Beteiligten entsteht. Während Studierende das Blog bereits sehr aktiv nutzen, gibt es nur wenige Mitarbeiter, die sich freiwillig im Blog engagieren. Die Mehrheit schreibt nur etwas, wenn sie direkt dazu von dem Moderator aufgefordert wird. Die fehlende Absicht der Mitarbeiter, sich an der Diskussion im Sag's uns zu beteiligen, ist für den Erfolg des Sag's uns-Blogs kritisch, da sonst wichtige Meinungen verloren gehen können. Folglich ist es von Bedeutung, dass Mitarbeiter zur Teilnahme am Sag's uns motiviert werden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Determinanten zu identifizieren, die die Nutzungsabsicht der Mitarbeiter erklären. Venkatesh et al. 2003 [26] zeigen, dass die Absicht ein System oder eine Innovation zu nutzen, ein klares Indiz für das tatsächliche Nutzungsverhalten darstellt. Da es bisher nur sehr wenige Mitarbeiter gibt, die Sag's uns tatsächlich nutzen, ist es schwierig, das tatsächliche Nutzungsverhalten zu messen. Daher liegt der Fokus der Untersuchung auf der Erklärung der abhängigen Variable Nutzungsabsicht. Im Bereich Beschwerdemanagement wird zunehmend die unternehmerische Relevanz von Blogs diskutiert und reflektiert [23], allerdings finden sich in der Literatur bisher kaum Erkenntnisse zur Absicht von Mitarbeitern, Web-2.0-Technologien im Beschwerdemanagement zu nutzen. Deshalb soll die vorliegende Analyse einen Beitrag zur Beantwortung der folgenden Forschungsfrage liefern:

***“Welche Determinanten beeinflussen die Absicht von Mitarbeitern  
das Sag's uns-Blog zu nutzen?”***

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage werden zuerst mögliche Determinanten der Nutzungsabsicht der Mitarbeiter aus der Literatur zur Akzeptanzforschung identifiziert. Anschließend werden 17 Mitarbeiter zu den gefundenen Determinanten mit Hilfe eines Leitfadens befragt. Die Ergebnisauswertung führt zur Formulierung von Hypothesen und zu einem theoretischen Forschungsmodell (vgl. Bild 1), das die Nutzungsabsicht (der Mitarbeiter am Sag's uns Blog mitzuwirken) als abhängige Variable erklärt.

## **2 Forschungskontext: Das Sag's uns-Blog**

Das Beschwerdeblog *Sag's uns* wird durch den Beschwerdemanager der Universität moderiert. Studierende können hier freiwillig ihre Anliegen beitragen und zur Diskussion stellen. Dabei haben sie die Möglichkeit zu entscheiden, ob ihr Beitrag veröffentlicht werden soll und wenn ja, ob er mit Namen oder anonym veröffentlicht wird. Das Ziel dieser Funktion ist, dass Studenten die Angst vor möglichen Konsequenzen verlieren. Die Aufgabe des Moderators ist es, den Beitrag zu lesen und diesen dann, wenn der Student dies wünscht, zu veröffentlichen. Gleichzeitig ist er verantwortlich für die Initialisierung und Überwachung des Prozesses der Beschwerdebearbeitung. Er leitet die Beschwerde an einen geeigneten Ansprechpartner innerhalb der Universität weiter und überprüft, ob dieser sich der Lösung des Problems annimmt. Das bedeutet, er wird von dem Moderator direkt zur Diskussion eingeladen und um eine Antwort gebeten. Wenn es sich um einen nicht veröffentlichten Beitrag handelt, wird die Beschwerde durch den Mitarbeiter intern ohne öffentliche Diskussion beantwortet. Die öffentliche Diskussion der Beiträge soll dazu

---

<sup>1</sup> <http://www.tu-bs.de/sagsuns>

führen, dass Studierende in Kooperation mit den verantwortlichen und interessierten Mitarbeitern über die Kommentarfunktion diskutieren und bestehende Probleme lösen [10]. So werden Kontexte geschaffen und das vorhandene Wissen der Mitglieder der Universität wird artikuliert und für alle verfügbar [20]. Es ist erwünscht, dass der Moderator nicht erst nach einem geeigneten Ansprechpartner suchen muss, sondern, dass Mitarbeiter die Absicht verfolgen sich freiwillig in die Diskussion einschalten.

### 3 Theoretischer Hintergrund

Die Literaturrecherche zeigt, dass eine Reihe an Forschern Determinanten der Nutzungsabsicht betrachten. Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der Literaturrecherche zusammen.

Determinante	Definition
a) Angst	„evoking anxious or emotional reaction when it comes to performing a behavior“ [26], S. 432
b) Einfachheit der Nutzung	„degree to which an innovation is perceived as being difficult to use“ [18], S.195
c) Einstellung gegenüber dem Nutzungsverhalten	„an individual positive or negative feeling about performing the target behavior [10], S.216
d) Wahrgenommener Relativer Vorteil	“is the knowledge contributor’s cognition of likely advantages and benefits that knowledge sharing behavior will produce and return to him or her” [5], S.228
e) Rollenunklarheit	“lack of specificity and predictability for an employee’s job or role functions and responsibility” [24], S.870
f) Selbstwirksamkeit	„judgment of one’s ability to use a technology (e.g. computers) to accomplish a particular job or task“ [26], S.432
g) Selbstwirksamkeit Wissensaustausch	“degree of member’s self-evaluation and confidence in their skills and capabilities in responding questions posted by others, and to provide knowledge that is valuable and useful “ [5], S.228
h) Soziale Faktoren	„an individual’s internalization of the reference group’s subjective culture and specific interpersonal agreements that the individual has made with others ins specific social situations“ [25], S. 126
i) Subjektive Norm	„person’s perception that most people who are important to him think he should not perform the behavior in question“ [10], S.302
j) Image	“degree to which use of an innovation is perceived to enhance one’s image or status in one’s social system” [18], S.195
k) Ergebniserwartung	“The performance related consequences of the behavior. Specifically performance expectations deal with job related outcome“ [6] zitiert nach [26], S.432
l) Wahrgenommene Kompatibilität	“degree to which encouraging knowledge sharing was perceived to fit the value system and current needs of members” [5], S.228
m) Wahrgenommene Einfachheit der Bedienung	„degree a person believes that using a particular system would be free of effort“ [7], S. 320
n) Wahrgenommene Nützlichkeit	„degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or job performance“ [7], S. 320
o) Komplexität	„degree to which an innovation is perceived as relatively difficult to understand and use“ [25], S.128
p) Erleichternde Konditionen	„objective factors in the environment that observers agree make an act easy to, including the provision of computer support“ [25], S.129

**Tabelle 1: Übersicht der Determinanten aus der Literaturrecherche**

## 4 Methodisches Vorgehen

Zwar finden sich einige Faktoren, die auf die Nutzungsabsicht wirken, aber es gibt keine Theorien, die die Nutzungsabsicht von Web-2.0-Technologien im Beschwerdemanagement genau erklären. Hier steht die Forschung am Anfang. Für wenig erforschte Bereiche, wie im vorliegenden Fall, empfiehlt es sich, das zu untersuchende Phänomen zuerst explorativ zu analysieren, um so bisher unberücksichtigte Faktoren zu entdecken und sie ausführlich zu beschreiben [14]. Experteninterviews eignen sich insbesondere zur Bestätigung von relevanten Faktoren und zur Erkundung von Faktoren, die sonst unentdeckt bleiben könnten [17]. Ein auf Grundlage der Literaturrecherche (vgl. Tab. 1) erstellter Leitfaden soll dazu beitragen, dass alle vermuteten Faktoren abgefragt werden und die Interviews untereinander vergleichbar sind. Zur Abfrage der Nutzungsabsicht sollte sichergestellt sein, dass die Befragten sich mit dem Blog auskennen und schon Erfahrungen mit dem Schreiben eines Beitrages gemacht haben. So sollen die wahren Determinanten der Nutzungsabsicht, herausgefunden werden. 17 der ermittelten 30 potenziellen Interviewpartner erklären sich zur Teilnahme an einem Einzelgespräch bereit. Ein Interview dauert im Schnitt 35 Minuten und die Fragen werden offen gestellt. Durch verstehendes Nicken, Lachen, Zustimmung sowie durch Wiederholen von zuletzt Gesagtem wird versucht, den Erzählfluss des Interviews aufrecht zu erhalten [13]. Die Studie folgt einem zirkulären Verlauf: Jedes Interview wird sofort ausgewertet und die Fragen werden für das darauffolgende Interview angepasst [28]. Die finale Auswertung der Daten führt anschließend zur Formulierung von Hypothesen, die als Grundlage für ein theoretisches Forschungsmodell (vgl. Bild 1) dienen. Die aufgezeichneten Interviews werden fast (Füllwörter und namentliche Erwähnungen werden gelöscht) wortgetreu transkribiert [20] und mit Hilfe des für qualitative Analysen entwickelten Programms „MAXQDA“ ausgewertet. Die Literatur schreibt keine eindeutige Vorgehensweise zur Kategorienbildung vor. Zur Datenreduktion wird in Anlehnung an die Methode der zusammenfassenden Inhaltsanalyse von Mayring 1995 folgendes schrittweises Vorgehen gewählt [20], S. 96:

**1. Paraphrase:** Textbestandteile, die bedeutungsgleich oder nicht inhaltstragend sind, werden gelöscht. Dann erfolgt eine erste Einordnung zu einer Kategorie.

**2. Generalisierung:** Die zu einer Kategorie zugeordneten Paraphrasen werden auf einem Abstraktionsniveau verallgemeinert. Der direkte Bezug zu den untersuchenden Annahmen muss weiterhin hergestellt werden können und alle interessanten Inhalte erhalten bleiben.

**3. Erste und zweite Reduktion:** Bei der ersten Reduktion gehen nur zentral wichtig erscheinende Paraphrasen in die Reduktion mit ein. Bei Unsicherheiten bezüglich der Zuordnung zu einer Kategorie wird auf das Vorwissen aus der vorangegangenen Literaturanalyse zurückgegriffen (vgl. Tab.1). Die zweite Reduktion führt zu einer Bündelung von ähnlichen oder zusammenhängenden Paraphrasen zu einer einheitlichen Aussage. Auch hier stützt man sich bei Unsicherheiten auf theoretische Vorkenntnisse. Diese Methode der Datenreduktion wird gleichzeitig von zwei unabhängigen Personen durchgeführt, und anschließend werden die entstandenen Reduktionen miteinander verglichen, diskutiert und vereinheitlicht. So wird versucht, die Subjektivität der Ergebnisse von qualitativen Studien zu minimieren. Die so gebildeten Reduktionen können dann als das finale Kategoriensystem verstanden werden. Dies basiert auf der theorie- und regelgeleiteten Analyse [19], da gefundene Reduktionen immer wieder mit bestehenden Faktoren aus dem aktuellen Stand der Forschung verglichen und gegebenenfalls übernommen werden.



## 5 Auswertung und Hypothesenbildung

Im Folgenden werden die Auswertungsergebnisse aus der qualitativen Analyse detailliert dargestellt und Hypothesen, die dann zu dem entwickelten Forschungsmodell (vgl. Bild 1) führen, formuliert. Die Probanden bestätigen in den Interviews, dass die Faktoren a-k (vgl. Tab. 1), jedoch nicht Faktoren l-p (vgl. Tab. 1) auf ihre Nutzungsabsicht wirken. Deshalb werden für die Formulierung der Hypothesen nur die Faktoren a-k betrachtet. Dabei wird versucht, die Herleitung der Hypothesen zuerst basierend auf Ergebnissen aus der bestehenden Theorie zu formulieren, um anschließend anhand der Aussagen der Experten zu zeigen, inwieweit der Faktor sich durch das Interview bestätigt hat.

### 5.1 Nutzungsabsicht

Inwieweit Personen die Absicht verfolgen, neue Technologien zu nutzen, wird im Kontext der Akzeptanzforschung oft untersucht. Die Nutzungsabsicht gehört dabei oft zu den Schlüsseldeterminanten des tatsächlichen Verhaltens [6],[8],[26]. In der vorliegenden Untersuchung wird ein Modell entwickelt, das die Absicht *Sag's uns* zu nutzen als abhängige Variable betrachtet. Die Nutzungsabsicht wird im Laufe des Expertengesprächs aus den Antworten abgeleitet. Dabei zeigt sich, dass nur ca. die Hälfte der Befragten weiterhin die Absicht verfolgt, regelmäßig etwas bei *Sag's uns* beizutragen und die andere Hälfte *Sag's uns* nur nutzt, wenn sie dazu aufgefordert wird.

### 5.2 Einstellung

In einigen empirischen Untersuchungen zählt die Einstellung zu den stärksten Determinanten der Nutzungsabsicht. Überraschenderweise gibt es aber auch Studien, in denen kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Einstellung und der Nutzungsabsicht festgestellt werden kann [26]. Venkatesh et al. 2003 fanden heraus, dass das Einstellungskonstrukt nur signifikant ist, wenn bestimmte andere Konstrukte nicht mit in das Forschungsmodell aufgenommen werden [26]. Das Experteninterview zeigt, dass die Einstellungen der Experten, die sich auf die Nutzung von *Sag's uns* beziehen, stark unterschiedlich sind. Experte 2 zum Beispiel empfindet die Nutzung als „...*durchaus positive Abwechslung*“. Andere wiederum sind von der Nutzung mit *Sag's uns* frustriert, „... *ich persönlich kann da nicht so oft reingucken, denn das belastet mich*“ (Experte 9) und aus dieser Frustration resultiert eine Reaktanz. Experte 7 erklärt, dass er versucht „...*Sag's uns zu ignorieren*“ und Experte 12 fügt an: „*Da kann man sich als derjenige, der betroffen ist nur aufregen*“. Mitarbeiter mit einer negativen Einstellung sind vom nachhaltigen Erfolg des Systems nicht überzeugt. Experte 6 ist zum Beispiel der Meinung, dass „...*Sag's uns nicht lange im Einsatz ist*“, und dass die ursprüngliche Idee von *Sag's uns* -nämlich die Verbesserung der Qualität von Studium und Lehre- nicht verfolgt wird, sondern es als „...*Instrument gegen die untergeordneten Institute [und] die Mitarbeiter...*“ eingesetzt wird. Außerdem sind sie der Überzeugung, dass die traditionellen Wege beispielsweise über die Studierendenvertretungen besser geeignet sind, um von Beschwerden der Studenten zu erfahren. Sie sehen demnach keinen langfristigen Sinn in der Teilnahme am *Sag's uns* und weisen daher eine geringere Nutzungsabsicht auf.

Mitarbeiter, die die Nutzung als positiv bewerten, stehen der öffentlichen Diskussion sehr offen gegenüber und erkennen eher das Potenzial von *Sag's uns*. Sie haben die Einstellung, dass es ein sehr „*studierendenfreundliches*“ (Experte 13) und „*für das Management von Beschwerden geeignetes*“ (Experten 17) Instrument ist und wünschen sich, dass noch mehr Mitarbeiter mit-

machen (Experte 3). Die Gruppe der positiv Gesinnten kritisiert die geringe Aufmerksamkeit und Teilnahmereitschaft der anderen potenziellen Nutzer (Experte 8). Sie beteiligen sich und haben Beiträge und Kommentare als RSS-Feed abonniert. Ihre Einstellung ist, dass es die Pflicht der Universität ist, eine solche Dienstleistung anzubieten: „*Die Universität hat einen Dienstleistungsauftrag und das sollte den Mitarbeitern auch klar werden*“ (Experte 11). Die nachfolgenden Auswertungen zeigen, dass die Einstellung teilweise durch andere Einflussfaktoren determiniert wird und daher in der vorliegenden Untersuchung eine zentrale Rolle einnimmt.

**H1: Die Einstellung hat einen direkten Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

### 5.3 Selbstwirksamkeit

Die Selbstwirksamkeit (vgl. Tab.1) wird in Bezug auf ihren Einfluss auf die Nutzungsabsicht in mehreren Studien analysiert (zum Beispiel [2], [4], [26]). Chen und Hung 2010 [5] untersuchen die Selbstwirksamkeit beim Wissensaustausch in virtuellen Gemeinschaften. Personen, die eine hohe Selbstwirksamkeit beim Wissensaustausch empfinden, glauben, dass sie fähig sind, auf Fragen von anderen Mitgliedern kompetent, wertbringend und nützlich zu antworten (vgl. Tab. 1) [5], S. 228. Durch das Teilen von als nützlich empfundenem Wissen bekommen Personen ein stärkeres Vertrauen in das, was sie meinen leisten zu können. Dadurch steigern sie ihre Selbstwirksamkeit beim Wissensaustausch. Ardichivilli et al. 2003 [1] fanden heraus, dass viele Mitarbeiter Bedenken haben, dass der eigene Beitrag in einer virtuellen Gemeinschaft unwichtig oder unpassend sein könnte, und sie sich deshalb nicht beteiligen. Die Selbstwirksamkeit steigert sich auch, wenn man durch seinen eigenen Beitrag Leser erreicht, die sich für diesen interessieren [29]. Diese Aspekte scheinen sich ebenso in vorliegender Studie zu bestätigen. Mitarbeiter zeigen eine geringe Nutzungsabsicht, da sie zum Teil nicht sicher sind, wie Beiträge formuliert werden sollen, damit sie jeder verstehen kann: „*Man weiß nicht, wie das bei den Studierenden ankommt*“ (Experte 14) und Experte 5 erklärt: „*(...) man ist nicht sicher, dass es alle interessiert*“. Wiederum weisen die Mitarbeiter, die eine hohe Selbstwirksamkeit haben, eine erhöhte Nutzungsabsicht auf: „*Ich denke, dass ich schon öfter zur Klarheit beitragen konnte*“ (Experte 6).

**H2: Die Selbstwirksamkeit hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

### 5.4 Angst

Wenn Personen Misserfolge bei der Nutzung von neuen Systemen erfahren, entwickeln sie Angst. Sie fürchten, dass sie wiederholt scheitern könnten und möchten das System deshalb nicht wieder verwenden [26]. In Bezug auf die Teilnahme am *Sag's uns* lassen sich zwei Arten von Angst unterscheiden. Erstens: Angst, dass man keine ausreichenden technologischen Fähigkeiten mitbringt. Zweitens: Angst vor der öffentlichen Diskussion. Personen mit Angst vor der öffentlichen Diskussion befürchten, dass sie interne Informationen aus Versehen weitergeben oder sich vor anderen Nutzern blamieren könnten [1]. Die Interviews zeigen, dass die Befragten sich nicht davor ängstigen, zu geringe technologische Fähigkeiten für die Nutzung zu besitzen. Die einheitliche Meinung ist, dass das Blog sehr intuitiv bedienbar ist. Allerdings befürchten sie Konsequenzen, die sich aus der öffentlichen und für alle einsehbaren Diskussion ergeben könnten: „*...es ist problematisch, da man sich dann unter den Mitarbeitern denkt, der ist doch richtig bescheuert, warum machen die das so?*“ (Experte 9). Zudem haben sie Angst, dass sie durch eine falsche Aussage ihre Arbeitsstelle verlieren könnten: „*Wenn man da eine falsche Antwort gibt, dann kann das durchaus passieren, dass man seinen Job wechseln muss.*“

(Experte 6). Experte 7 befürchtet an den *“Pranger”* gestellt zu werden und dadurch, dass Missstände im Internet öffentlich diskutiert werden, eine Gefährdung der eigenen Reputation. Des Weiteren bestehen Unsicherheiten bei der Formulierung der Antworten, wenn für das bestehende Problem andere Abteilungen die Verantwortung tragen: *„Man überlegt sich, was und ob man antwortet, wenn man adressiert wird und es eigentlich andere betrifft, denn es ist schwierig, das auch so zu schreiben“* (Experte 4). Dies kann zu einer Reaktanz und Nichtnutzung führen. Mitarbeiter, die keine Bedenken haben, öffentlich etwas beizutragen, wissen genau, was sie verantworten können zu schreiben (Experte 6) und haben keine Bedenken vor nicht korrigierbaren Fehlern. Experte 2 drückt diesen Sachverhalt folgendermaßen aus: *„Fehler können passieren, aber die kann man korrigieren“*. Zusätzlich zeigt sich, dass Befragte, die Angst vor der Nutzung haben, eine schlechtere Einstellung gegenüber der Nutzung haben. Daher wird vermutet, dass auch ein Zusammenhang zwischen der Angst und der Einstellung gegenüber der Nutzung besteht. Wichtig für die Absicht, *Sag’s uns* zu nutzen, ist auch, dass Mitarbeiter keine Angst haben, dass Beschwerden, die sich auf einzelne Mitarbeiter beziehen, veröffentlicht werden. Sobald sich Mitarbeiter hier nicht sicher sind, hat das einen starken negativen Einfluss auf die Nutzungsabsicht: *„...konkrete Beschwerden die sich auf Personen beziehen, ...sollte man bilateral klären...“* (Experte 3).

**H3a: Angst hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

**H3b: Angst hat einen Einfluss auf die Einstellung.**

## 5.5 Rollenunklarheit

Wenn die Rolle beziehungsweise die Arbeitsaufgabe nicht ausreichend spezifiziert und berechenbar ist, kann dies zur Rollenunklarheit bei den Mitarbeitern führen [24]. Dies bewirkt möglicherweise, dass sie dann nicht wissen, zu welchem Zweck sie Systeme – wie *Sag’s uns* – nutzen sollen. Die Interviews ergaben, dass die meisten Mitarbeiter sich im *Sag’s uns* ihrer Rolle nicht bewusst sind. Zum Beispiel erklärt Experte 8: *„Ich kann Beiträge lesen und freiwillig kommentieren, aber trotzdem ist meine Rolle gar nicht richtig definiert“*. Viele der Mitarbeiter glauben, dass das Schreiben der Kommentare zu der Aufgabe des Moderators gehört und er deshalb die Verantwortung für die Beantwortung trägt. Experte 1 zum Beispiel meint: *“Der Moderator ist dafür eingestellt, also kann er das auch für mich in den Blog schreiben”*. Andere Mitarbeiter haben ein Problem damit, dass sie in ihrer Rolle als Mitarbeiter öffentlich in einem Blog antworten müssen und Meinungen vertreten sollen, hinter denen sie privat nicht stehen. Experte 10 stellt zum Beispiel fest: *„Die Meinung, die von mir im Sag’s uns vertreten werden soll, entspricht nicht immer meiner eigenen Meinung. Ich muss in der Rolle als Mitarbeiter die Meinung der Universität vertreten“*. Mitarbeiter, die ihre Rolle im *Sag’s uns* verstehen und über ihren Arbeitsauftrag aufgeklärt sind, sehen die Nutzung von *Sag’s uns* als Teil ihrer Aufgabe. Experte 14 argumentiert: *„Ich habe hier eine öffentliche Position und dementsprechend antworte ich“*.

**H4: Die Rollenunklarheit hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

## 5.6 Relativer Vorteil

Chen und Hung 2010 [5] analysieren, inwieweit der Austausch von Wissen und Informationen in einer virtuellen Gemeinschaft den anderen Nutzern einen relativen Vorteil bringt (vgl. Tab.1). Personen können hier ihren relativen Vorteil durch die eigene Teilnahme steigern. Der relative Vorteil hat sich als Determinante für die Bereitschaft Wissen zu teilen, bestätigt [5]. Im *Sag’s uns* könnte man durch die Nutzung beispielsweise Vorteile wie verringerte Kommunikationskosten,

schnellere Unterstützung bei der Problemlösungsfindung, Wissenserweiterung oder Anerkennung bekommen. Einer der größten Vorteile von *Sag's uns* ist die Generierung und Verbreitung von Wissen und Informationen: „...man sieht, wie es in anderen Fakultäten läuft und ob ich Ideen übernehmen kann, dadurch wird die Informationstransparenz gesteigert“ (Experte 17). Ein weiterer Vorteil ist, dass Mitarbeiter ihre Sicht der Dinge vorbringen und gegebenenfalls richtig stellen können: „Da hat man auch die Möglichkeit, Dinge darzustellen und das ist eine schöne Sache“ (Experte 11). Zusätzlich wird ein Vorteil darin gesehen, dass man im *Sag's uns* beobachten kann, wie Neueinführungen oder Veränderungen von den Studenten aufgenommen werden „...dazu könnte noch mal eine Diskussion kommen, mal gucken wie sich der Feed entwickelt“ (Experte 4). Auch nutzen Mitarbeiter den Blog aus persönlichem Interesse an laufenden Diskussionen oder einfach zur Informationsversorgung „...dazu hatte ich ent-sprechend einen Kommentar gepostet und wollte nochmal auf die Angebote verweisen“ (Experte 3). Es wird angenommen, dass Experten, die Vorteile in der Nutzung von *Sag's uns* sehen, eine höhere Absicht haben, *Sag's uns* zu nutzen.

#### **H5: Der wahrgenommene relative Vorteil hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

### **5.7 Ergebniserwartung**

Ein wichtiger Aspekt ist das erwartete Ergebnis, das sich durch ein bestimmtes Verhalten – im vorliegenden Fall das Nutzen von *Sag's uns* – erzielen lässt. Die Ergebniserwartung konnte von Venkatesh et al. 2003 und Compeau und Higgins 1995 als Einflussfaktor der Variable Nutzungsabsicht bestätigt werden [26],[5]. Mitarbeiter erwarten von der Teilnahme am *Sag's uns*, dass Ergebnisse auch im Anschluss an die Diskussion weiterverfolgt und gegebenenfalls umgesetzt werden. Einige Experten sind der Meinung, dass diese Erwartung nicht erfüllt wird, da die „...weitere Bearbeitung der generierten Ideen und Anregungen nicht hinreichend organisiert ist“ (Experte 16). In diesem Fall würden die Ergebnisse auch in den entsprechenden Gremien zur Entscheidungsfindung hinzugezogen werden. Experte 12 erklärt hierzu: „Also ich habe nicht das Gefühl, dass die Gremien sich in irgendeiner Weise von den in *Sag's uns* generierten Inhalten beeinflussen lassen“. Die fehlende Beachtung der Diskussion in zuständigen Gremien kann folglich dazu führen, dass die Teilnahme am *Sag's uns* nicht zu dem erwünschten Ergebnis führt. Das frustriert die Experten und dies wirkt sich negativ auf die Einstellung gegenüber der Nutzung aus. Teilweise wird erwartet, dass die Verantwortlichen schneller auf Diskussion reagieren: „[Die] Universitätsleitung hat sich lange Zeit gelassen und da wurde bereits lange diskutiert. Wir waren fast alle der gleichen Meinung, da hätte man früher eingreifen sollen“ (Experte 13). Andererseits zeigen Mitarbeiter, die bereits erfahren haben, dass sich mit Hilfe von *Sag's uns* sinnvolle Veränderungen erzielen lassen eine stärkere Nutzungsabsicht und eine positivere Einstellung.

#### **H6a: Die Ergebniserwartung hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

#### **H6b: Die Ergebniserwartung hat einen Einfluss auf die Einstellung.**

### **5.8 Sozialer Einfluss**

Die Determinanten subjektive Norm, soziale Faktoren und Image werden ähnlich definiert. Alle drei erklären, inwieweit Kollegen, Vorgesetzte und Geschäftsleitung die Nutzung eines Systems befürworten und fördern (Vgl. Tab. 1). Deshalb werden sie in Anlehnung an Venkatesh et al. 2003 [26] zu einer Determinanten zusammengefasst [26]. Cabrera et al. 2006 zeigen, dass die Bereitschaft, Wissen in einer virtuellen Gemeinschaft zu teilen sich steigert, wenn Mitarbeiter Unterstützung durch ihr Team und ihren Vorgesetzten erfahren [4]. Zusätzlich konnte Dixon

2000 nachweisen, dass Mitarbeiter insbesondere dann in virtuellen Gemeinschaften partizipieren, wenn Kollegen sie um eine Teilnahme bitten [9]. Die Auswertung der Experteninterviews bestätigt den Zusammenhang des sozialen Einflusses und der Nutzungsabsicht „...wir tauschen uns innerhalb des Teams oder auch mit unseren Vorgesetzten schon aus, bevor die Antwort freigeschaltet wird“ (Experte 16). Es zeigt sich, dass die Probanden, die *Sag's uns* gerne nutzen, einzelne Beiträge an ihre Kollegen weiterempfehlen „... man schaut auch hin und wieder mal rein und wenn einer was gesehen hat, dann zeigt man diesen Artikel anderen Kollegen, die dann natürlich auch schauen“ (Experte 15). Deutlich wird auch, dass Mitarbeiter, die von ihrem sozialen Umfeld bei der Nutzung unterstützt werden, eine bessere Einstellung gegenüber der Nutzung haben, folglich scheint der soziale Einfluss zusätzlich die Einstellung gegenüber der Nutzung zu determinieren.

**H7a: Der soziale Einfluss hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

**H7b: Der soziale Einfluss hat einen Einfluss auf die Einstellung.**

## 5.9 Vertrauen

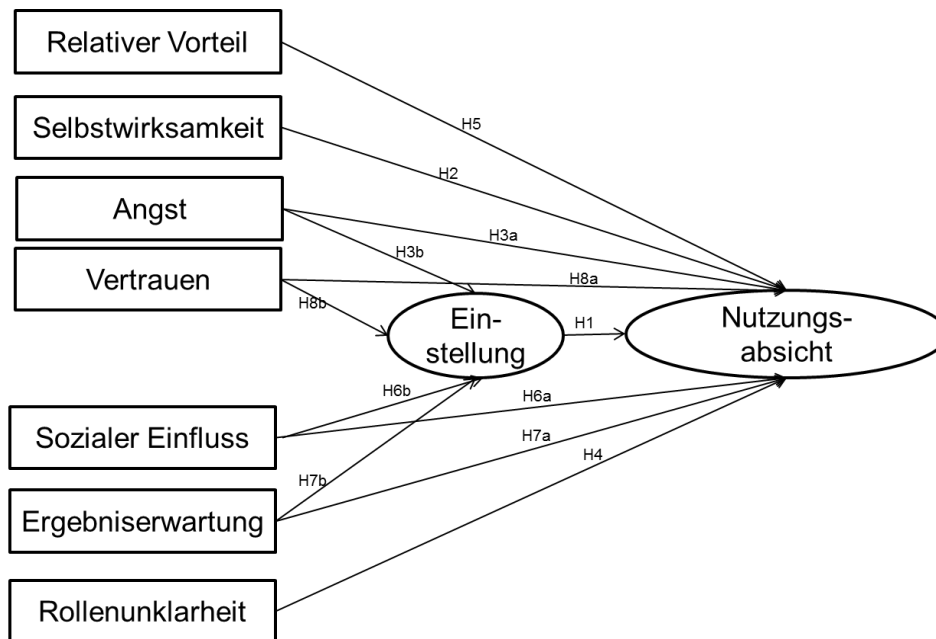
Vertrauen entsteht als eine Reaktion auf positive Erfahrungen, die dann zu Erwartungen für zukünftige Handlungen führen können [5]. Für die vorliegende Untersuchung ist das Ergebnis von Ridings et al. 2002 interessant: Die Forscher haben einen Zusammenhang zwischen dem Faktor „Vertrauen in andere Fähigkeiten, Wohlwollen und Integrität“ und Einstellung nachgewiesen [22]. Auf *Sag's uns* übertragen bedeutet dies: Nutzer, die darauf vertrauen, dass Informationen, die sie durch *Sag's uns* erhalten, zuverlässig, korrekt und konstruktiv sind, haben eine positive Einstellung gegenüber dem System. Zusätzlich weisen einige Untersuchungen (zum Beispiel [15][16]) einen Zusammenhang zwischen Vertrauen und Nutzungsabsicht nach. Im Rahmen des Interviews hat sich das Vertrauen in die Qualität der Beiträge, also das Vertrauen in die Fähigkeit der Studenten einen konstruktiven Beitrag zu formulieren, herausgestellt. Mitarbeiter bauen kein Vertrauen in die Qualität der studentischen Beiträge auf, wenn sie das Gefühl haben, dass Studenten „...einfach nur Dampf ablassen“ (Experte 12) und es dabei „...gar nicht um ernsthaftes Feedback...“ (Experte 14) geht. Dies verringert die Nutzungsabsicht. Deutlich bringt das Experte 12 auf den Punkt: „Egal, ob analog oder in digitaler Form, Meckerbücher wie *Sag's uns* verleiten eben dazu keine positiven, sondern nur negative Dinge einzubringen. Deswegen ist das Lob minimal, während der Tadel doch deutlich überwiegt. Und das demotiviert viele Mitarbeiter“. Einige Experten vertrauen der Qualität der studentischen Beiträge insbesondere dann nicht, wenn sie anonym verfasst sind. „Wenn Beiträge mit Namen veröffentlicht werden würden, dann gäbe es weniger, die einfach nur meckern möchten“ (Experte 9). Die Mitarbeiter, die *Sag's uns* gut finden, finden es wichtig, dass Beiträge anonym verfasst werden können, da Studenten ohne Angst vor möglichen Konsequenzen offen über Missstände reden können (Experte 13).

**H8a: Das Vertrauen hat einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht.**

**H8b: Das Vertrauen hat einen Einfluss auf die Einstellung.**

## 5.10 Forschungsmodell

Die diskutierten und aufgestellten Hypothesen (H1 bis H8b) lassen sich in folgendem Forschungsmodell abbilden (vgl. Bild 1). Es wird deutlich, dass das Konstrukt „Einstellung gegenüber der Nutzung“, bei vier Beziehungen (H3b, H6b, H7b, H8b) zusätzlich als Mediator [3] auftritt. Das vorgestellte Forschungsmodell wird in einer an dieser Studie anschließenden Online-Befragung, unter allen Mitarbeitern der TU Braunschweig, überprüft.



**Bild 1:** Forschungsmodell zur Erklärung der Absicht Sag's uns zu nutzen

## 6 Diskussion

In diesem Beitrag werden die Determinanten der Absicht der Mitarbeiter, das Beschwerdeblog *Sag's uns* der TU Braunschweig zu nutzen, vorgestellt. Hierzu wurden Determinanten aus der Theorie abgeleitet und Experten zu einem möglichen Einfluss der Faktoren befragt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass das Konstrukt Einstellung gegenüber der Nutzung eine zentrale Rolle einnimmt. Daneben sind jedoch auch zahlreiche weitere Faktoren relevant: Die befragten Mitarbeiter befürchten, dass sie sich innerhalb der Gemeinschaft blamieren oder sogar falsch auf einen Beitrag antworten könnten. Deshalb ziehen sie es vor, nicht öffentlich am *Sag's uns*-Blog mitzuwirken. Hinzu kommt, dass einige der Experten die Teilnahme nicht zu ihren direkten Arbeitsaufgaben zählen, so dass ein regelmäßiges Lesen der Beiträge aus Zeitgründen unmöglich erscheint. Ein weiterer Punkt, der sich aus den Experteninterviews ergibt, ist die Rollenunklarheit. Die befragten Mitarbeiter fühlen sich nicht ausreichend über ihre Rolle, Aufgabe und Ziele im *Sag's uns* aufgeklärt, so dass sie nicht wissen, aus welchem Grund sie etwas beitragen sollten. Das Vertrauen in die Qualität der Beiträge übt einen Einfluss auf die Nutzungsabsicht aus. Zusätzlich ist es als äußerst relevant einzustufen, wenn es um die Einstellung geht, ob Mitarbeiter das *Sag's uns* als sinnvoll und geeignet für das Beschwerdemanagement an einer Universität empfinden oder nicht. Zwar wird der Großteil der Diskussionen auf *Sag's uns* als konstruktiv und informativ empfunden, doch einige Beiträge werden mitunter als destruktiv aufgefasst. Mitarbeiter, die sich bereits von einem solchen Beitrag angesprochen gefühlt haben, verlieren das Vertrauen in die Qualität der Diskussion und dadurch die Motivation an der Teilnahme. Wenn Mitarbeiter *Sag's uns* als sinnvoll erachten, dann empfinden sie unsachliche Beiträge als weniger beachtenswert. Daraus ergibt sich folgende, praxisrelevante Konsequenz: Die deutliche Lücke zwischen den Mitarbeitern, die finden, dass im *Sag's uns* ausschließlich wichtige und gute Inhalte generiert werden, und denen, die glauben, dass Studierende nur wenig Konstruktives beitragen, muss geschlossen werden. Ebenso wichtig ist es, dass Mitarbeiter auf die eigentliche Zielsetzung, das Lösen von Problemen, vertrauen und nicht befürchten, dass

negative Beiträge als Druckmittel von der Universitätsleitung gegen sie verwendet oder persönliche Informationen über Mitarbeiter öffentlich zur Diskussion gestellt werden. Die Selbstwirksamkeit konnte als Determinante der Nutzungsabsicht ebenfalls bestätigt werden. Mitarbeiter müssen von ihren Fähigkeiten überzeugt sein, dass sie in der Lage sind, nützliche Inhalte beizutragen zu können. Wesentlich ist auch, dass die generierten Inhalte durch die Universitätsleitung weiterverwendet werden. Dies vermittelt Mitarbeitern das Gefühl, dass ihr persönliches Engagement im *Sag's uns* gewürdigt wird und ihre generierten Lösungen ein wichtiges Ergebnis darstellen und zur Verbesserung genutzt werden. Des Weiteren wird deutlich, dass die Mitarbeiter, die mindestens einen relativen Vorteil in der Nutzung von *Sag's uns* sehen, gerne weiterhin beizutragen möchten. Sie lesen regelmäßig Beiträge und Kommentare und beteiligen sich aus eigener Initiative heraus an der Lösung. Hingegen neigen eher frustrierte Mitarbeiter dazu, *Sag's uns* möglichst zu ignorieren. Sie können nichts Positives aus der Teilnahme am Blog ziehen. Hier ist es die Aufgabe, in einer Anschlussstudie herauszufinden, inwiefern diese Einstellung ins Positive veränderbar ist, so dass sich mehr Mitarbeiter beteiligen. Zukünftige Forschung hat das aufgestellte Forschungsmodell (vgl. Bild 1) zu überprüfen und verifizieren. Hier sollten auch Meinungen von Mitarbeitern mit in das finale Modell einbezogen werden, die bisher noch keinen Kommentar im *Sag's uns* geschrieben haben. Aus den Ergebnissen beider Studien lässt sich im Anschluss ein finales Forschungsmodell zur Erklärung der Nutzungsabsicht aller Mitarbeiter, sich am *Sag's uns*-Blogs zu beteiligen, aufstellen. Daraus können dann Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Nutzungsabsicht abgeleitet werden.

## 7 Literatur

- [1] Ardichivilli, A; Page, V; Wentling, T (2003): Motivation and barriers to participation in virtual knowledge sharing communities of practice. *Journal of Knowledge Management* 7(1):64-77.
- [2] Bandura, A (1986): *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [3] Baron, RM; Kenny, DA (1986): The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology* 51: 1173-1182.
- [4] Cabrera, Á; Collins, WC; Salgado, JF (2006): Determinants of Individual Engagement in Knowledge Sharing. *International Journal of Human Resource Management* 17(2):245-264.
- [5] Chen, CJ; Hung, SW (2010): To give or to receive? Factors influencing members' knowledge sharing and community promotion in professional virtual communities. *Information & Management* 47(4):226-236.
- [6] Compeau, DR; Higgins, CA (1995b): Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly* 19(2):189-211.
- [7] Davis, FD (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3):319-339.
- [8] Davis, FD; Bagozzi, RP; Warshaw, PR (1989): User Acceptance of Computer Technology: A comparison of Two theoretical Models. *Management science* 35(8): 982-1002.
- [9] Dixon, N (2000): *Common Knowledge: How Companies Thrive by Sharing What They Know*. Harvard Business School Press, Boston, MA.

- [10] Fishbein, M; Ajzen, I (1975): *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An introduction to Theory and Research*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- [11] Fricke, G; Gaedke, Y; Robra-Bissantz, S (2010): "Sag's uns" - Von der Beschwerde zur Lösung - das Ideenblog der TU Braunschweig als Ausdruck direkter Demokratie. In: Schumann, M; Kolbe, L; Breitner, M; Frerichs, A (Hrsg.), *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*, Universitätsverlag Göttingen, 1761-1769.
- [12] Gudlaugsson, T (2010): *Service Quality and Universities*. *International Journal of Business Research* 10(6): 46-69.
- [13] Lamnek, S (2005): *Qualitative Sozialforschung*, 4., vollst. überarbeitete Auflage, Beltz Verlag, Weinheim- Basel. 478-545.
- [14] Mayer, H (2009): *Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.
- [15] McAllister, D (1995): *Affect- and Cognition-Based Trust as Foundations for Interpersonal Cooperation in Organizations*. *Academy of Management Journal* 38(1):24-59.
- [16] McLure- Wasko, M; Faraj, S (2000): 'It is what one does': why people participate and help others in electronic communities of practice'. *The Journal of Strategic Information Systems* 9(2-3):55-173.
- [17] Möslin, KM; Haller, JBA; Bullinger, AC (2010): *Open Evaluation: Ein IT-basierter Ansatz für die Bewertung innovativer Konzepte*. HMD Sonderheft: *IT-basiertes Innovationsmanagement*, 273:21-34.
- [18] Moore, GC; Benbasat, I (1991): *Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation*. *Information Systems Research* 2(3): 192-222.
- [19] Mayring, P (2008) :*Qualitative Inhaltsanalyse* (10. Auflage). Weinheim: Julius Beltz GmbH & Co. KG, 2008.
- [20] Mayring, P (2002): *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. 5. Auflage, Weinheim.
- [21] Nonaka, I; Takeuchi, H (1997): *Die Organisation des Wissens: Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Frankfurt a.M. (Orig. 1995).
- [22] Ridings, CM; Gefen, D; Arinze, B (2002): *Some Antecedents and Effects of Trust in Virtual Communities*. *Journal of Strategic Information Systems* 11, 271-295.
- [23] Stauss, B (2007) :*Weblogs als Herausforderung für das Customer Care*. In: Bauer, HH; Große-Leege, D; Rösger, J (Hrsg.) (2007): *Interactive Marketing im Web 2.0+ Konzepte und Anwendungen für ein erfolgreiches Marketingmanagement im Internet*, München, 251-206.
- [24] Tang, YT; Chang, CH (2010): *Impact of role ambiguity and role conflict on employee creativity*. *African Journal of Business Management* 4(6): 869-881.
- [25] Thompson, RL; Higgins, CA; Howell, JM (1991): *Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization*. *MIS Quarterly* 15(1):124-143.
- [26] Venkatesh, V; Morris, MG; Davis, GB; Davis, FD (2003): *User acceptance of information technology: Toward a unified view*. *MIS Quarterly* 27(3): 425-478.



- [27] Williams, J (2002): Student Satisfaction; a British model of effective use of student feedback in quality assurance and enhancement. 14th International Conference on Assessment and Quality in Higher Education. <http://www0.bcu.ac.uk/crq/presentations/vienna2002james.pdf>. Abgerufen am 15.09.2011
- [28] Witt, H (2001): Strategies in Qualitative and Quantitative Research. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, North America, 2, Feb. 2001. <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/969>. Abgerufen am 16 Sep. 2011.
- [29] Yardi, S; Golder, SA; Brzozowski, MJ (2009): Blogging at work and the corporate attention economy. In Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems (CHI '09). ACM, New York, NY, USA. 2071-2080.



# **Social Networking Services: Eine empirische Exploration zu Profilmanagement, Kontaktmanagement und Nachrichtenaustausch**

**Stefan Bensch**

Universität Augsburg, Institut für Wirtschaftsinformatik und Systems Engineering,  
86159 Augsburg, E-Mail: stefan.bensch@wiwi.uni-augsburg.de

## **Abstract**

Social Networking Services (SNS) haben die zeit- und ortsunabhängige Konversation zwischen Teilnehmern nachhaltig verändert. Forschungsarbeiten die dienstbetreiberübergreifend die Nutzung von *Profilmanagement*, *Kontaktmanagement* und *Nachrichtenaustausch* im privaten und geschäftlichen Umfeld öffentlicher SNS untersuchen, sind kaum vertreten. In diesem Beitrag werden Ergebnisse einer empirischen Studie vorgestellt, in der die Themen in diesen Netzwerkausprägungen untersucht werden. Eine Befragung von 1003 Internetnutzern zeigt eine Affinität zum Nachrichtenaustausch im geschäftlichen Umfeld. Hinsichtlich der mobilen Nutzung dominiert E-Mail als Kommunikationsmittel. Trends für zukünftige SNS werden aufgezeigt.

## **1 Motivation**

Zwischenmenschliche Beziehungen in sogenannten Social Networking Services (SNS) wie LinkedIn oder facebook sind von wachsendem Interesse in der IS-Forschung (Information Systems) [10]. Technologische Entwicklungen senken die Kommunikationskosten und beeinflussen die moderne Konversation in Unternehmen. Deutlich zeichnen sich die Potentiale auch in mobilen Systemen ab [16]. Durch die Nutzung technischer Möglichkeiten, wie beispielsweise AJAX, RSS oder OpenID, werden Kommunikationslösungen vernetzter und interagieren mit anderen Services des Social Web.

Zur Unterstützung von Kommunikation und Zusammenarbeit haben in der Vergangenheit SNS viel Aufmerksamkeit erlangt [26]. SNS sind Anwendungssysteme, die eine Gestaltung des eigenen Profils und die Beziehungsabbildung mit anderen Nutzern ermöglichen [15, 25]. Die Nutzung dienstbetreiberübergreifender, öffentlicher SNSs wurde im Unternehmenskontext bisher kaum behandelt, was angesichts des Forschungsstandes der soziotechnischen Disziplin Wirtschaftsinformatik besonders hervorzuheben ist [13, 26].

Mobile SNS erweitern den Betrachtungsraum dahingehend, dass Limitationen bezüglich der Zeit- und Ortsunabhängigkeit aufgelöst werden [4]. Damit sind mobile SNS der Enabler für

zukünftige Konzepte, welche in der betrieblichen Nutzung mobile Mehrwerte schaffen können. Durch steigende Nutzerintegration und die starke Vernetzung werden die Interaktion und damit die Nutzung von SNS, insbesondere das Profil- und Kontaktmanagement und der Nachrichteninhalt verändert.

Die zentrale Frage dieses Beitrags fokussiert die Benutzer und Nutzung öffentlicher SNS, im privaten und geschäftlichen Umfeld mit mobilen Aspekten. Unter der Nutzung wird die Verwendung von öffentlichen SNS zur Erfüllung einer Aufgabe mit Nachrichtenaustausch (Informationsaustausch) verstanden. Es soll festgestellt werden, welche SNS den Teilnehmern bekannt sind und die Frage beantwortet werden, welche Profile (Identitätsmanagement) zur Vernetzung (Kontaktmanagement) genutzt werden. Ferner soll die Frage beantwortet werden, welche Nachrichteninhalte ausgetauscht werden. Dabei wird insbesondere untersucht, welche SNS verschiedene Altersgruppen einsetzen, um Implikationen für die zukünftige Nutzung aufzuzeigen.

Beim Design der Fragen wurde besonders auf die vielfältige Integrationsmöglichkeit der Dienstanbieter geachtet. Der nachfolgende Abschnitt ordnet den Stand der Forschung und Studien ein. Analysemerkmale werden systematisiert. Kapitel 3 erläutert den gewählten methodischen Ansatz der Untersuchung. Kapitel 4 diskutiert und interpretiert die empirischen Analyseergebnisse zur Nutzung von SNS. Das abschließende Kapitel liefert ein Fazit und einen Ausblick.

Dieser Artikel folgt methodisch der quantitativen Querschnittsanalyse (vgl. hierzu [31]). Die Identifikation von Untersuchungsmerkmalen für öffentliche SNS wird aus den Basisfunktionalitäten dieser Systeme und der Literatur, auf der Basis bisher wenig betrachteter Messkriterien für die Nutzung abgeleitet. Aussagen zu identifizierten Merkmalen werden durch eine Erhebung gesammelt und ausgewertet. Das methodische Vorgehen liefert Anhaltspunkte zur Nutzung von öffentlichen SNSs im privaten und geschäftlichen Umfeld und ist wissenschaftlich anerkannt [vgl. 27].

## **2 Öffentliche SNS im geschäftlichen und privaten Umfeld**

Im Rahmen dieses Beitrags werden SNS in Anlehnung an Boyd und Ellison als webbasierte Dienste verstanden, die Teilnehmer zum Konstruieren eines eigenen öffentlichen, semi-öffentlichen oder geschlossenen Profils, innerhalb eines Systems ermöglichen. Andere Teilnehmer können gesucht und in eine eigene Liste aufgenommen werden. Das Leistungsspektrum wird durch Anwendungen ergänzt (z.B. Nachrichten, u.a.). Die Art des Profils kann zwischen den Systemen variieren [8].

### **2.1 Zur Klassifizierung von SNS**

SNS werden nach dem Zielgruppenfokus differenziert [11]. SNS können eher geschäftlicher oder privater Art sein, eine Ausrichtung auf Bereiche des täglichen Lebens verfolgen (z.B. Friendstar) oder zum Austausch gemeinsamer Interessen genutzt werden. Aus der Unternehmensperspektive ist es von enormer Bedeutung, den Mitarbeiter hinsichtlich jener Kommunikationsprozesse zu verstehen, die als Vorstufe von Entscheidungsfindungen angesehen werden können, um daraus optimierte Kommunikationsstrukturen ableiten und etablieren zu können. Die Wissenschaft hält eine Vielzahl von Erklärungsansätzen zur Kommunikation in unterschiedlichen Disziplinen bereit. Eine nähere Betrachtung der

Ausrichtung von SNS wurde auf Basis der SNS-Dienstbetreiberinformationen in Tabelle 1 vorgenommen. Dazu wurden im Betrachtungsbereich für deutsche Nutzer, bekannte SNS mit Fachexperten identifiziert und in einer Liste zusammengefasst. Auf Basis der fachlichen Einschätzung und der Literatur wurde eine Klassifizierung vorgenommen [11]. Entsprechend der Profilierung, zeigt die Gegenüberstellung insbesondere für verschiedene Altersgruppen Netzwerkausrichtungen. Zunächst wird eine Nutzerklassifizierung der betrachteten Netzwerke nach Zielgruppe (insb. Lebensalter) und Ziel des Netzwerks festgestellt. Ferner werden die Funktionen „Informationsaustausch“, „Kontaktherstellung“ und „Kontaktpflege“ aus beruflichen und privaten Motiven zugeordnet.

Klasse	Netzwerk	Zielgruppe	Ziel des Netzwerks
SC	SchülerVZ (1)	SchülerInnen (12- 21 Jahre)	Informationsaustausch; Verbesserung der Netzwerkstruktur an Schulen.
St	StudiVZ (2)	Studierende, Alumni, angehende StudentInnen	Förderung der Netzwerkkultur an europäischen Hochschulen zur Reduzierung der Anonymität.
Al	MeinVZ (3)	Alumni, Berufstätige	Informationsaustausch, Kontaktpflege, Gruppenengagement.
Al	Stayfriends (4)	ab 14 Jahre	Kontaktherstellung zu früheren (Schul-) Freunden.
Al	Lokalisten (5)	ab 14 Jahre	Aufsuchen alter und neuer Bekannte und Freunde, Kommunikation untereinander.
Al	WerKenntWen (6)	ab 14 Jahre	Förderung der Kommunikation innerhalb von Gruppen (z.B. Schulklassen, Vereine, Disco-Stammgäste) zur Verbesserung der Kommunikation in der realen Welt.
Al	Facebook (7)	alle	Vergesellschaftlichung und Öffnung des Webs.
Al	MySpace (8)	alle	Online Netzerkennung, webbasierter Austausch.
Bu	Xing (9)	Geschäftsleute, Berufstätige	Vernetzung und professionelle Kontaktpflege, weltweit in 16 Sprachen in den Bereichen Beruf und Karriere.
(1-9): (www.schuelervz.de); (www.studivz.de); (www.meinvz.de); (www.stayfriends.de); (www.lokalisten.de); (www.facebook.de); (www.wer-kennt-wen.de); (www.myspace.de); (www.xing.de); SC: Schüler; St: Student; Al: Allgemein; Bu: Business			

**Tabelle 1: Zielgruppen der genannten öffentlichen SNS**

## 2.2 SNSs in Unternehmen

Die Diskussion zum Einsatz von Diensten zur Vernetzung von Nutzern im Kontext von Unternehmen findet unter dem Begriff *Social Software* statt [13]. Dienste wie Weblogs, Wikis, aber auch SNS werden in wissenschaftlichen Veröffentlichungen auf Erfolgsfaktoren in Unternehmen überprüft. Es wird in dem Themenfeld der Frage nachgegangen, welche Funktionen über die Nutzervernetzung (Kontaktmanagement) hinaus im betrieblichen Kontext benötigt werden und wie diese unter anderen Anforderungen, beispielsweise unter veränderten Bedingungen des Datenschutzes zu realisieren sind [13, 14].

Im Allgemeinen werden SNS der Klasse Social Software zugeordnet. Digitale öffentliche SNS im Unternehmenskontext zu benutzen, ist eine Form des Enterprise Social Networking.

Zu den Klassenvertretern werden Selbstdarstellungen von Unternehmen in öffentlichen SNS wie Facebook, sowie unternehmensbezogenen Seiten wie LinkedIn gruppiert. Hinsichtlich der involvierten Akteure ist eine vergleichbare Art durch eine unternehmensinterne Sicht geprägt, bei der die Menge der beteiligten Individuen auf die Mitarbeiter eines Unternehmens beschränkt sind. Als ein Ergebnis einer jungen Literaturanalyse wurden vier maßgebliche Forschungsfelder im Bereich Internet Social Networking identifiziert und strukturiert [26]. Danach gruppiert sich die vorliegende Untersuchung in das Forschungsfeld zur Motivation der Nutzer für die *Aneignung und Verwendung von SNSs* ein. Untersucht werden in dem Forschungsfeld Motivationsfaktoren für die Nutzung von SNSs. Bisherige Studien in diesem Bereich sind singulär und beziehen sich limitiert auf die Nutzung von SNSs unter Studierenden. Untersuchungsergebnisse wurden bisher kaum in einen Zusammenhang gebracht.

Durchgeführte Studien zum Verständnis von Nutzertypen und deren Motive zur Teilnahme an SNS und mobilen Vertretern divergieren zum Teil deutlich hinsichtlich der Konzeption und im Detaillierungsgrad. Studien zur Nutzung öffentlicher SNS untersuchen das Nutzerverhalten und identifizieren unterschiedliche *Nutzertypen* (vgl. hierzu die Studien von [28], [19], [22], [21], [23]) [30]. Ferner werden Nutzer und Rollen im Web 2.0 unterschieden [5]. Möglichkeiten im Internet gestaltend und kommunikativ tätig zu werden, sind durch das Web 2.0 gekennzeichnet. Trump und seine Koautoren unterscheiden in den Dimensionen Gestaltungsgrad und Kommunikationsgrad acht Nutzertypen [28]. Neben der Typisierung der Benutzer liefert Trump auch Informationen zur Nutzung von Web 2.0 Anwendungen [13]. Andere Arbeiten betrachten generelle Erwartungshaltungen im Mobile-Business (vgl. [9], [3], [20]) und Einschätzungen zu wahrgenommenen Nutzeneffekten für konkrete Realisierungen des Mobile-Business [16]. Aus dem Vergleich der Untersuchungen kann konstatiert werden, dass für eine Vielzahl von Nutzertypen zielgruppenspezifische Nutzungskonzepte entwickelt werden können.

Begleitende Arbeiten insbesondere zu mobilen SNS haben immer noch nur ein begrenztes Verständnis davon, warum welche Nutzer sich für bestimmte SNS mit welcher Absicht und welcher Außenwirkung entscheiden [18].

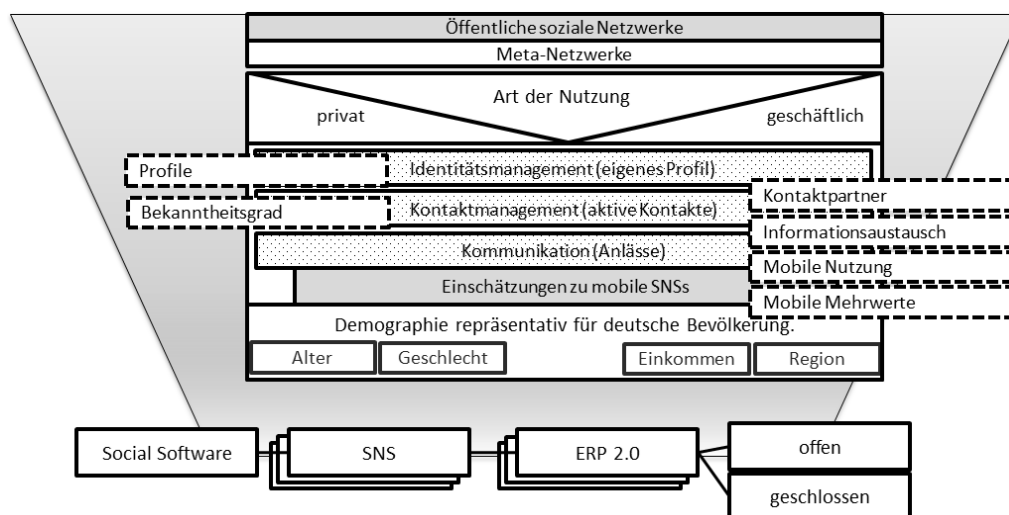
### 2.3 Analysemerkmale

Die Verwendung von SNS kann aus Definitionen in der Literatur und den Funktionalitäten untersuchter öffentlicher und geschlossener SNS in sechs Basisfunktionalitäten abgeleitet werden. Referenz [24] bringen die sechs Funktionalitätsgruppen *Identitätsmanagement*, Personensuche, Kontextawareness, *Kontaktmanagement*, Netzwerkawareness und *Kommunikation*, in der genannten Reihenfolge in eine typische Nutzungsschrittfolge. Für die Untersuchung der Kommunikation in SNSs, wird dezidiert die vorgeschlagene Gruppierung auf die Kommunikation zwischen Sendern und Empfängern zur Unterstützung eines gemeinsamen *Nachrichtenaustauschs* reduziert. Auf Basis der SNS Funktionalitätsgruppen, der Literatur und den betrachteten Studien werden Merkmale identifiziert, um das Thema der Nutzung öffentlicher SNS im privaten und geschäftlichen Umfeld zu fassen. Unterschieden wird diesbezüglich zwischen der Nutzung für private Zwecke und der Nutzung, die im geschäftlichen Kontext, also dem Nutzungsort im Unternehmen oder den Anspruchsgruppen „Mitarbeiter“ und „Kollegen“ stattfindet. Hierzu gehören die Beschreibung eines differenzierten Bildes zum *Identitätsmanagement*, *Kontaktmanagement*

und der *Nachrichtenaustausch*, ergänzt um *mobile Aspekte*, um eine Abschätzung für die Entwicklungen von öffentlichen SNS zu geben.

Um Potentiale für SNS-Dienstbetreiber und Unternehmen aufzeigen zu können, soll zunächst festgestellt werden, welche öffentlichen SNSs den Befragten bekannt sind. In der Funktionsgruppe *Identitätsmanagement* wird betreiberübergreifend festgestellt, wie viele *Profile* von den Befragten in SNSs übergreifend genutzt werden. Die Grundfunktionalität des Profilmanagements stellt die Basis für die Nutzung von Kommunikationsangeboten in SNSs dar. Durch die Nutzung mehrerer Profile kann sich die Anzahl der Kontakte erhöhen. Für den betrieblichen Einsatz von öffentlichen SNSs ist der Nachrichteninhalte von Interesse. Es soll ferner festgestellt werden, von wo aus die Befragten auf SNSs zugreifen. In Unternehmen können Funktionen des *Kontaktmanagements* genutzt werden, um das persönliche Netzwerk zu pflegen. Dabei ist im Hinblick auf den Austausch von Nachrichten von Interesse, mit welchen Kontaktpartnern die Befragten Nachrichten austauschen. Zum gemeinsamen Austausch, der *Kommunikation*, werden die Kommunikationsanlässe in öffentliche Anlässe (Gesamtheit der an einem Geschehen teilnehmenden Personen), Offizieller Schriftverkehr (im öffentlichen Rahmen oder einer authentifizierten Person) und die Informationsbeschaffung aus öffentlichen Quellen (z.B. Zeitschriften) kategorisiert beleuchtet.

In den untersuchten Veröffentlichungen wird deutlich, dass mobile Aspekte der Nutzungsmerkmale im betrieblichen Umfeld weitestgehend unbeachtet bleiben. Insbesondere fehlt es an anbieterübergreifenden wissenschaftlichen Auseinandersetzungen zum Einsatz mobiler SNSs in Unternehmen [7, 16]. Diesem Umstand soll mit der durchgeführten Befragung zu Aktivitäten in mobilen SNS flankiert werden. Adressierte Untersuchungsmerkmale sind in Bild 1 zusammengefasst.



**Bild 1:** Analysemerkmale zur Nutzung von SNS

### 3 Forschungsmethode

Nach der Analyse von themenbezogenen Arbeiten und einer eingehenden Primärliteraturrecherche wurden ein multikriterieller Merkmalsrahmen zur Wahrnehmung der Bekanntheit und Nutzungsmerkmale von SNSs, sowie deren stationäre und mobile Verwendung, privat

und geschäftlich erstellt. Eine Besonderheit besteht in dem gewählten Untersuchungsansatz darin, dass dieser auf konkrete Anwendungen abstellt und dadurch die tatsächlich wahrgenommenen Nutzeffekte gegenüber etwaigen Erwartungshaltungen misst.

Befragt wurde eine Teilmenge des weitesten Nutzerkreis der Internetnutzer (WNK) [1]. Im Betrachtungsfokus standen Nutzer, die in den letzten 12 Monaten vor der Studie den Kommunikationsdienst E-Mail im Internet benutzt haben. Die Stichprobe umfasste n=1003 Nutzer ab 14 Jahren. Die demografische Verteilung der Stichprobe erfolgte im Geschlechtervergleich zu gleichen Teilen, in der Altersstruktur, dem Einkommen und der regionalen Verteilung gemäß dem Durchschnitt der deutschen Internetnutzer nach Nielson-Regionen. Zur Erhebung wurde die internetbasierte Befragungsmethode Online-Umfrage (Computer Assisted Web Interviewing; CAWI) eingesetzt. Der zeitliche Umfang pro Befragung dauert ca. 15 Minuten. Durchgeführt wurde die Befragung im November 2008. Damit reflektiert die gewählte Stichprobe ca. 28 Mio. deutsche [1]. Im Fragebogen wurden Likert-Skalen und Textfelder verwendet. Die Likert-Skalen setzten sich aus einer Reihe von Indikatoren zusammen, zu denen der Befragte seinen Grad an Zustimmung angeben soll. Fragen der vorliegenden Untersuchung ähneln in der Gestaltung dem Aufbau der klassischen Likert-Skala mit fünf Antwortkategorien (vgl. z.B. [12]). Der Aufbau des Fragebogens entspricht den allgemeinen üblichen Empfehlungen der wiss. Literatur (vgl. [2], [17]).

Die Befragten nutzen das Internet zwischen einem und 15 Jahren, mit einem Mittelwert von 8,84 Jahren und einer Standardabweichung von 3,75 Jahren. Zur Unterscheidung von Altersgruppen wurde eine im Mobile Commerce akzeptierte Einteilung verwendet, die grundsätzlich alle typischen Altersgruppen der deutschen Bevölkerung [6], ab 14 Jahren und damit Praktikanten, Auszubildende, Werkstudenten und anderer Mitarbeitergruppen demographischen beinhaltet.

## **4 Nutzertypen und Dienstbetreiberprofile in SNS**

### **4.1 Analyseergebnisse**

Basierend auf der Literaturstudie und der dargestellten Relevanz der Thematik für die Praxis, werden im Folgenden zentrale Ergebnisse der durchgeführten Studie vorgestellt, die Ideen für Umsetzungsmöglichkeiten in der Praxis bieten können. Im Konkreten wurde zunächst den Fragen nachgegangen, welche SNSs den Befragten der Studie bekannt sind und welche Netzwerke genutzt werden. Damit wird ein Gesamtbild zu den Befragten bezüglich der Nutzung von SNSs gezeichnet.

Insgesamt waren den Teilnehmern der Grundgesamtheit bis zu 14 SNS bekannt. Am häufigsten mit über 10 Prozent wurden Stayfriends, MySpace und StudiVZ genannt. Den Befragten sind SNS ab der Altersgruppe 36-45 tendenziell weniger bekannt. Ergänzt wurde die Liste bekannter Netzwerke durch die Befragten um LinkedIN, Plaxo, Jappy, Knuddels und „Kwick!“ (Tabelle 2). Zu der Kategorie von Business Netzwerke gehören Xing und LinkedIn [11]. Diese Netzwerke wurden deutlich weniger genannt. Die Zuordnung der SNS-Klassen zeigt, dass die Nutzung besonders zwischen den Altersgruppen divergiert. Eine mindere Trennschärfe der SNS-Dienstbetreiberprofilierung kann diesen Umstand verstärken.



		Altersgruppen (Jahre)							% -Ges.	Absolut
Klasse	SNSs	<16	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>66		
St	StudiVZ	5,6%	14,0%	13,0%	10,7%	10,0%	7,2%	6,4%	11,5%	380
Sc	SchülerVZ	22,2%	12,4%	7,8%	7,3%	5,8%	4,1%	4,7%	8,3%	276
Al	WKW	0,0%	5,9%	6,9%	7,0%	9,8%	9,6%	9,8%	7,4%	246
Bu	Xing	0,0%	3,4%	6,8%	6,5%	5,8%	4,5%	4,3%	5,2%	172
Al	Facebook	5,6%	8,8%	10,5%	7,3%	6,7%	5,5%	4,3%	8,0%	266
Al	MySpace	16,7%	12,7%	13,0%	14,1%	13,8%	11,3%	8,9%	12,8%	425
Al	Stayfriends	0,0%	8,0%	13,5%	18,8%	19,4%	20,9%	17,4%	14,5%	481
Al	Lokalisten	11,1%	9,8%	10,3%	9,3%	7,8%	4,1%	2,1%	8,5%	283
Al*	MeinVZ	5,6%	10,5%	7,6%	3,6%	2,0%	1,4%	1,7%	6,0%	198
Bu	LinkedIn (1)	0,0%	0,2%	1,0%	0,3%	0,2%	1,0%	0,0%	0,5%	16
Al*	Plaxo (1)	0,0%	0,0%	0,7%	0,3%	0,2%	0,3%	1,3%	0,4%	12
Al*	Jappy (1)	5,6%	2,1%	1,2%	1,5%	1,8%	1,0%	2,1%	1,7%	55
Fl*	Knuddels (1)	22,2%	7,8%	4,4%	4,9%	4,0%	2,4%	3,4%	5,3%	175
Sc*	Kwick! (1)	5,6%	2,8%	1,0%	1,7%	1,1%	1,0%	0,4%	1,7%	55
	Weitere (1)	0,0%	1,3%	0,7%	1,2%	1,3%	1,4%	0,4%	1,1%	36
	Keine	0,0%	0,2%	1,6%	5,4%	10,0%	24,3%	32,8%	7,2%	239
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	3315

(1) Zusätzlich genannte Netzwerke als ein Ergebnis der Erhebung  
 St: Studenten "Sc": Schüler "Al": Allgemein "Bu": Business "Fl": Flirten "": Eigene Zuordnung

Tabelle 2: SNS Bekanntheitsgrad (Mehrfachantworten-Set)

Ferner zeigt die Erhebung, in wie vielen SNS ein Benutzer agiert. 43 Prozent der Befragten SNS Nutzer haben mehr als ein Profil in SNS. Fünf Prozent verwenden vier oder mehr Profile. Durchschnittlich besitzen die Befragten der Stichprobe 1,7 genutzte Profile (Tabelle 3). Von den Befragten, die mehr als ein Profil nutzen, gaben über 85 Prozent als Grund hierfür an, unterschiedliche Kontakte in den jeweiligen Netzwerken abdecken zu wollen. Damit erhöht sich die Anzahl der Kontaktpartner mit der Teilnahme je Netzwerk.

		Alter (Jahre)							% -Ges.	Absolut
Profilanzahl		<16	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>66		
1	0,2%	11,2%	10,7%	13,5%	10,2%	6,7%	4,5%		57,0%	330
2	0,3%	7,3%	6,7%	4,3%	4,1%	2,6%	2,1%		27,5%	159
3	0,2%	4,0%	2,6%	1,7%	1,0%	0,3%	0,7%		10,5%	61
>3	0,0%	2,1%	0,9%	0,9%	0,7%	0,3%	0,2%		5,0%	29
									100,0%	579

Tabelle 3: Anzahl benutzter Profile

Die Idee von Metanetzwerken tragen 48,5 Prozent der Befragten Nutzer und sehen einen Vorteil darin, über eine Seite mehrere SNS abrufen zu können. Weniger als die Hälfte der Befragten Nutzer (44,4 Prozent) sehen hingegen darin keinen Vorteil (Tabelle 4).

		Alter (Jahre)							% -Gesamt	Absolut	Gruppiert
Vorteilhaft		<16	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>66			
Ja, hätte einen großen Vorteil für mich	1,1%	37,2%	19,1%	20,2%	13,8%	3,2%	5,3%		100%	94	48,5%
Ja, hätte einen Vorteil für mich	1,1%	26,3%	31,6%	15,8%	10,5%	9,5%	5,3%		100%	95	
Ja, hätte teilweise Vorteile für mich	0,0%	28,3%	17,4%	19,6%	18,5%	8,7%	7,6%		100%	92	
Nein, ich sehe keine Vorteile	0,8%	19,5%	19,5%	21,4%	17,9%	12,8%	8,2%		100%	257	44,4%
weiß nicht	0,0%	14,6%	17,1%	26,8%	17,1%	12,2%	12,2%		100%	41	7,1%
Summe:										579	100%

Tabelle 4: Vorteil der Nutzung sozialer Meta-Netzwerke

Ferner wurde befragt, von welchem Ort die Netzwerkteilnehmer auf Dienste zugreifen und mit wem sie kommunizieren. Tabelle 5 zeigt, dass 123 Teilnehmer (12,3 Prozent) der Stichprobe SNS in Unternehmen nutzen. Lediglich 2,6 Prozent der Stichprobe verwenden

entsprechende Dienste auf dem Mobiltelefon. Insbesondere zeigt die Auswertung, dass die Altersgruppen, in denen vermehrt Praktikanten, Auszubildende und Werkstudenten vorzufinden sind, SNS öfter in Unternehmen nutzen als andere Altersgruppen (Tabelle 5).

Nutzungsort	Alter (Jahre)							% - Gesamt	Absolut
	<16	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>66		
PC zu Hause	0,7%	24,5%	20,9%	20,4%	16,1%	10,0%	7,4%	100%	579
Laptop zu Hause	0,4%	32,7%	23,6%	18,5%	13,4%	6,7%	4,7%	100%	254
Unternehmen	0,8%	32,5%	28,5%	22,8%	9,8%	4,9%	0,8%	100%	123
Öffentlicher PC	1,6%	59,7%	29,0%	0,0%	4,8%	4,8%	0,0%	100%	62
Fremder PC	3,5%	52,3%	29,1%	8,1%	3,5%	2,3%	1,2%	100%	86
Mobiltelefon	7,7%	42,3%	30,8%	11,5%	0,0%	3,8%	3,8%	100%	26
Summe:									1130

**Tabelle 5: Ort der Nutzung von SNS (Mehrfachantworten-Set)**

Weiter wurde erhoben, welche Kontakte geschäftlich (Arbeitskollegen u. Unternehmen) und privat adressiert werden. 303 Teilnehmer der Stichprobe tauschen sich in öffentlichen SNS mit Kollegen aus. Mit 30 Prozent stellen Arbeitskollegen die drittgrößte Kontaktgruppe der Stichprobe dar. Unternehmen und Ämter werden deutlich weniger kontaktiert (Tabelle 6). Das Ergebnis weist darauf hin, dass die Technologie zur SNS Nutzung als ein Instrument gesehen wird, welches sich für die Gestaltung der Beziehungen über den privaten Gebrauch hinaus in Unternehmen einsetzen lässt (Kontaktmanagement).

Kontakt	Altersgruppen (Jahre)							% - Gesamt	Absolut
	<16	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>66		
Lebenspartner	1,4%	42,0%	29,0%	14,5%	4,3%	7,2%	1,4%	100%	69
Enge Freunde	1,0%	38,1%	25,1%	16,1%	8,7%	6,0%	5,0%	100%	299
Weitere Freunde	0,8%	32,3%	23,6%	18,0%	12,4%	6,5%	6,5%	100%	356
Bekannte	0,8%	25,3%	21,2%	20,6%	15,1%	9,3%	7,7%	100%	364
Arbeitskollegen	0,3%	31,0%	21,5%	23,8%	14,9%	5,3%	3,3%	100%	303
Familie	1,0%	31,2%	24,3%	14,9%	14,4%	6,9%	7,4%	100%	202
Unternehmen	0,0%	25,5%	27,7%	12,8%	14,9%	10,6%	8,5%	100%	47
Ämter	0,0%	25,0%	16,7%	8,3%	16,7%	25,0%	8,3%	100%	12
Vereine	0,0%	30,6%	16,7%	16,7%	16,7%	8,3%	11,1%	100%	36
Summe:									1688

**Tabelle 6: Kontakte (Mehrfachantworten-Set)**

Nutzer frequentieren SNSs zur Kommunikation persönlicher Themen, allgemeiner Themen und Anlässe wie Geburtstage in den Altersgruppen bis 25 Jahren häufiger als in den restlichen Altersgruppen. Ferner werden SNSs zum Erfahrungsaustausch und dem Knüpfen neuer Kontakte genutzt. Nachrichteninhalte der E-Mail Konversation (EM) werden auch in SNS und Instant Messenger (IM) ausgetauscht. Dabei werden in Abhängigkeit vom Inhalt SNS im geringeren Umfang als E-Mail genutzt. Zugleich werden Netzwerke genutzt, um Informationen zu beschaffen (Tabelle 7).

Die berufliche Nutzung von privaten SNSs nimmt eine untergeordnete Rolle in der Stichprobe ein. Eingesetzt werden SNS in Unternehmen außerhalb der privaten Kommunikation im geringen Umfang zur Mitteilung öffentlicher Anlässe, wie Einladungen. Nutzer geben an, SNS am Arbeitsplatz auch für den offiziellen Schriftverkehr, beispielsweise als Ersatz für den Briefverkehr zu verwenden. Zur Informationsbeschaffung, wie das Abonnieren von Nachrichtendiensten oder dem Austausch von Informationsmaterial werden SNS in Unternehmen weniger genutzt.

		Persönliche Themen	Allgemeine Themen	Offizielle Anlässe	Offizieller Schriftverkehr	Versenden von Bildern / Dateien	Abonnieren von Informationsdiensten	Einkauf von Waren	Neue Leute kennenlernen	Statusmitteilung	Informationsbeschaffung
EM	häufig	66,0%	59,0%	60,8%	45,2%	55,7%	51,0%	60,4%	-	34,1%	12,6%
	selten	31,2%	34,7%	35,5%	48,7%	38,7%	40,4%	34,8%	-	48,3%	31,5%
	nicht	2,8%	6,3%	3,7%	6,2%	5,6%	8,6%	4,8%	-	17,6%	55,9%
IM	häufig	36,6%	38,2%	26,8%	6,8%	24,1%	8,2%	7,5%	12,0%	30,6%	
	selten	17,8%	14,9%	22,6%	12,1%	22,6%	14,6%	14,9%	19,6%	19,5%	
	nicht	4,8%	6,2%	9,8%	40,4%	12,5%	36,5%	37,8%	27,6%	9,1%	
SNS	häufig	26,3%	32,1%	29,0%	6,9%	15,7%	8,6%	8,7%	14,4%	21,9%	23,5%
	selten	20,9%	15,8%	18,9%	13,4%	23,4%	17,1%	15,0%	21,7%	23,2%	24,7%
	nicht	10,5%	7,2%	9,8%	37,5%	18,6%	32,0%	34,1%	21,6%	12,6%	9,5%

Frage: Wie oft kommunizieren Sie über die folgenden Inhalte per E-Mail (EM), Instant Messenger (IM), in sozialen Netzwerken (SNS): (1) Sehr häufig (2) häufig (3) eher selten (4) selten (5) gar nicht  
 Antworten: EM (1003), IM (594), SN (579), bezogen auf die Stichprobe N=1003

Tabelle 7: Kommunikationsinhalte (Mehrfachantworten-Set)

4,5 Prozent (45 Nutzer) der Stichprobe nutzen mit dem Mobiltelefon SNSs. Dabei schätzen die Benutzer alters- und geschlechtsübergreifend den Mehrwert einer Nutzung von SNS auf Mobiltelefonen in den Altersgruppen der 16-35-jährigen deutlich höher ein. 38,3 Prozent (385 Befragte) der Stichprobe sehen keinen Mehrwert in der mobilen Nutzung. 12,5 Prozent (126 Teilnehmer) sehen hingegen einen Mehrwert (Tabelle 8). Nutzer sehen bisher kaum Mehrwerte in der mobilen Nutzung in Unternehmen. Altersgruppenübergreifend nutzen 29 Befragte (3 Prozent) der Stichprobe mobile SNS im Unternehmen.

	Altersgruppen (Jahre)							% - Gesamt	Absolut
Mehrwert	<16	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>66		
keinen Mehrwert	0,3%	20,0%	19,0%	21,6%	17,9%	12,2%	9,1%	100%	385
geringer Mehrwert	1,1%	26,4%	27,5%	20,9%	12,1%	7,7%	4,4%	100%	91
mittlerer Mehrwert	0,0%	46,2%	11,5%	15,4%	23,1%	3,8%	0,0%	100%	26
großer Mehrwert	0,0%	55,6%	33,3%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	100%	9
Summe:									511

Tabelle 8: Mehrwertschätzung und Nutzung mobiler SNS

## 4.2 Limitationen

Die gewählte Methode der quantitativen Befragung weist wissenschaftliche Kritikpunkte für das Forschungsdesign zur Untersuchung der Nutzung von SNS auf. Diese Einschränkung war den Autoren vor der Wahl bewusst. Der empirische Beitrag wird einerseits durch die Wahl der Forschungsmethode beeinflusst. Durch die Ansprache der Teilnehmer in einer Online-Befragung konnten Personen erreicht werden, die auch einen Zugang zu diesem Medium besaßen (weitester Nutzerkreis). Gleichzeitig wurden deutsche Nutzer befragt, so dass sich zukünftige Studien auch mit dem Vergleich der Nutzung von SNSs in unterschiedlichen Kulturkreisen beschäftigen sollten. Eine weitere Limitation bezieht sich auf die SNS-Auswahl. Einerseits ist in zukünftigen Studien das Design auf andere Dienstbetreiber auszuweiten, um eine umfassendere Sichtweise zur Nutzung komparativer SNS zu erhalten. Ferner wären die aufgeworfenen Differenzierungskriterien zwischen den SNS im Hinblick auf die Verwendung im persönlichen und geschäftlichen Umfeld bezüglich der Handlungsempfehlungen alternierender Geschäftsmodelle vorstellbar. Auch aus den Ergebnissen der Erfahrungs- und Vertrauenseinschätzungen (vgl. [29]), welche die Befragten gegenüber der Nutzung von SNSs benennen, lassen sich Erkenntnisse für die Nutzung und Akzeptanz gewinnen. Ferner ist den Befragten in Unternehmen die Nutzung von SNSs teilweise, eingeschränkt oder gar nicht möglich.

## 5 Fazit und Ausblick

Dieses Paper analysiert dienstbetreiberübergreifend die Nutzung von SNSs, privat und im geschäftlichen Umfeld. Aufgrund fehlender wissenschaftlicher Untersuchungen zum Einsatz dieser Netzwerke zur Unterstützung der betrieblichen Kommunikation, war ein Ziel dieser Arbeit, wissenschaftliche Artikel, aktuelle Studien und Kommunikationsanlässe in SNS festzustellen. Durch die Einordnung der betrachteten SNSs, Profile, Kontaktpartner und Nachrichteninhalte, die aus der Literatur als Delta ermittelt zur erbrachten Leistung identifiziert wurden, konnte die Problematik beleuchtet werden.

Die Ergebnisse der Sekundäranalyse machen deutlich, dass der Einsatz von SNS wissenschaftlich kaum dienstbetreiberübergreifend untersucht wurde. Mit der Befragung wurden das grundlegende Nutzungsinteresse und die tatsächliche Nutzung von SNS mit mobilen Aspekten multikriteriell und dienstbetreiberübergreifend erhoben. Die Befragung zeigt, dass öffentliche SNSs bisher bedingt zu Kommunikationszwecken im geschäftlichen Umfeld eingesetzt werden. Dennoch stehen diese Netzwerke im Zentrum der Gesellschaft und entwickeln sich weiter. Entwicklungen die sich abzeichnen sind:

- Viele User benutzen mehrere Accounts und teilweise mehrere Profile je Anbieter. Durchschnittlich benutzt jeder Befragte 1,7 regelmäßig genutzte Profile in SNS. Ein Potential für Meta-Social Networks mit dem Ziel, Profile, Kontakte und Kommunikationsinhalte zu migrieren, zeichnet sich ab.
- Identifizierte Artikel und Studien weisen verschiedene Nutzertypen auf. Die Analyse der Dienstbetreiberausrichtungen zeigt hingegen eine geringe Profilausrichtung bezüglich der Altersgruppen. Aus der Untersuchung kann aber konstatiert werden, dass eine Vielzahl von Nutzertypen aus dem Altersband abgeleitet werden können.
- In den Altersgruppen bestehen hohe Nutzungsunterschiede. Neue Altersgruppen geraten in den Blickwinkel der Betreiber (z.B. Inquarius oder Platinnetz). Eine derartige Profildifferenzierung ist in den untersuchten Netzwerken derweil wenig zu erkennen. Die Unterstützung der Nutzertypen könnte durch definierte Rollenkonzepte Potentiale zur Steigerung der Effizienz von Kommunikationsprozessen beitragen.
- Für den offiziellen Schriftverkehr und den Einkauf von Leistungen werden SNS in Unternehmen kaum im Vergleich zu E-Mail genutzt. Zur Informationsbeschaffung werden SNS im Vergleich zu Instant-Messenger und E-Mail mehr genutzt.
- Die Integration verschiedener Kommunikationsdienste in bestehende SNS-Dienstbetreiberstrukturen kann erhebliche Vorteile haben. Sie fördern beispielsweise den Wissensaustausch zwischen den Teilnehmern.
- Die mobile Nutzung von öffentlichen SNS im geschäftlichen Umfeld steht noch am Anfang. Annäherungsweise 3 Prozent (29 Teilnehmer) der Stichprobe nutzen SNS auf dem Mobiltelefon im Unternehmen. 126 Teilnehmer der Befragung (12,5 Prozent) sehen einen Mehrwert in der mobilen Nutzung von SNS in Unternehmen.

Hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Forschung bleibt zu untersuchen, inwieweit Potentiale von Social-Software in das Angebot bestehender etablierter SNS-Dienstbetreiber für Unternehmen integriert werden können. Ferner sind Anforderungen für die Gestaltung und Ausweitung etablierter, am Markt befindlicher SNS-Dienstbetreiber für Anwendungen im Unternehmensumfeld zu formulieren. Hierzu bietet sich eine Studie an, die den Einsatz

bestehender SNS auf eine Migration in betriebliche Informationssysteme hin untersucht und den Informations- und Kommunikationsbedarf systematisiert. Ferner bleibt zu prüfen, ob die bestehenden Kundensegmentierungsmodelle auch im Mobile-Business, insbesondere den Anforderungen der Unternehmenskommunikation standhalten.

## 6 Literatur

- [1] AGOF - Sonderauswertung Reise (2007): <http://www.agof.de/index.777.html>. Abgerufen am: 03.12.2010.
- [2] Altobelli, CF (2007). Marktforschung: Methoden - Anwendungen - Praxisbeispiele, Utb.
- [3] Krallmann, H; Scherz, M (2004): Befragung "Mobile Business in kleinen und mittelständischen Unternehmen. <http://www.nbc.sysdev.tu-berlin.de>. Aufgerufen am: 20.02.2011.
- [4] Bensch, S., (2011): Technical and Organizational Potentials of Value Networks for Ubiquitous Information Products and Services: Exploring the Role of Cloud Computing. The 4th International Conference on Ubi-media Computing.
- [5] Bensch, S., Gugel, P., Turowski, K., (2009): Der ROPO-Effekt im Online-Reisebuchungsprozess. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. 270 (2009), 45-53.
- [6] Bevölkerung–Altersgruppen–Statistik.<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1365/umfrage/bevoelkerung-deutschlands-nach-altersgruppen/>. Abgerufen am 03.06.2011.
- [7] Bohl, O, Manouchehri, S, Ammermueller, S, u. a.(2007): Mobile Social Software – Potentials and Limitations of Enabling Social Networking on Mobile Devices. Proceedings of the International Conference on the Management of Mobile Business.
- [8] Boyd, D; Ellison, N (2008): Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. Journal of Computer-Mediated Communication 13(1): 210-230.
- [9] Buse, S. (2002): Der mobile Erfolg - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung in ausgewählten Branchen. Electronic Business und Mobile Business: Ansätze, Konzepte und Geschäftsmodelle. F. Keuper, Hrsg. Gabler Verlag.
- [10] Germonprez, M, Hess, T, Kacmar, C (2008): Human-Computer Interaction Studies in Information Systems. DATA BASE for Advances in Information Systems. 39( 4):9-12.
- [11] Heidemann, J. (2010): Online Social Networks. Informatik Spektrum. 33(3):262-271.
- [12] Hüttner M; Schwarting, U (2002): Grundzüge der Marktforschung. Oldenburg.
- [13] Koch, M; Richter A(2007): Enterprise 2.0: Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen. Oldenburg.
- [14] Koch, M; Richter, A (2009): Kollegen im Netz. Wirtschaftsinformatik & Management. 1(1):59-63.
- [15] Koch, M; Richter A; Schlosser, A (2007): Produkte zum IT-gestützten Social Networking in Unternehmen. Wirtschaftsinformatik 49(6): 448-455.

- [16] Kurbel, K; Krybus, I (2006): Untersuchung zu praktischem Einsatz und Nutzeffekten des Mobile-Business. Kirste, T u.a (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz. GI-LNI P-:S 45-56.
- [17] Kuß, A; Eisend, M (2010): Marktforschung: Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse. Gabler Verlag.
- [18] Leitner, P; Grechenig, T (2009): Social Online Shopping: Neue Formen der Interaktion und Kollaboration im Electronic Commerce der Zukunft. 9.Int. Tagung Wi-Tagung, Wien.
- [19] Li, C; Bernoff, J (2008): Groundswell: Winning in a World Transformed by Social Technologies. McGraw-Hill Professional.
- [20] markt-studie.de: Mobile Business - Zielsetzungen, Strategien, Einsatzfelder - Executive Summary: 2005. <http://www.markt-studie.de/studien/mobile-business-zielsetzungen-strategien-einsatzfelder-p-16947.html>. Abgerufen am 20.05.2011.
- [21] MePublic –A Global Study on Social Media Youth. 2010.  
<http://www.viacombrandsolutions.de/uuid/996cfef031724b7d89af6ec45663d1f7>.  
Abgerufen am 20.07.2011.
- [22] MySpace: People. Content. Culture. 2008.  
[http://creative.myspace.com/uk/trademarketing/downloads/myspace\\_EXEC.pdf](http://creative.myspace.com/uk/trademarketing/downloads/myspace_EXEC.pdf).  
Abgerufen am 18.06.2011.
- [23] Nutzertypen von Networking-Plattformen Jugendliche und Web 2.0: Ein Projektblog des Hans-Bredow-Instituts und der Universität Salzburg. <http://www.hans-bredow-institut.de/webzweinull/2008/05/22/nutzertypen-von-networking-plattformen/>.  
Abgerufen am 18.04.2011.
- [24] Richter, A; Koch, M (2008): Functions of social networking services. the 8th International Conference on the Design of Cooperative Systems.
- [25] Richter, A; Koch, M (2008): Funktionen von Social-Networking-Diensten. Proc. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik.
- [26] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J (2011): Internet Social Networking. WIRTSCHAFTSINFORMATIK. 53(2):89-103.
- [27] Richter, D; Riemer, K; vom Brocke, J (2011): Internet Social Networking. Stand der Forschung und Konsequenzen für Enterprise 2.0. Business & Information Systems Engineering. 3(2):89-101.
- [28] Trump, T; Haas, S; Gerhards, M et al.: Web2.0 (2007): Nutzung und Nutzertypen. <http://social-media-experten.de/2010/10/06/social-media-braucht-eine-strategie-unterschiedliche-nutzertypen-in-social-media/>. Abgerufen am 19.06.2011.
- [29] Turowski, K., Pousttchi, K., Bensch, S. (2010). Technologie des Web-Business. Sicherheit und Bezahlen im Internet. AKAD.
- [30] Ullrich, TW (2010): Wer bloggt ist nicht unbedingt in online Social Networks aktiv. Webso-ph.de. Abgerufen am 18.04.2011
- [31] Wilde, T; Hess, T (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Wirtschaftsinformatik. 49(4):280-287.

# Qualitätsmanagement und Social Media

## **Hans-Knud Arndt**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik – Managementinformationssysteme, 39106 Magdeburg,  
E-Mail: hans-knud.arndt@iti.cs.uni-magdeburg.de

## **Sandra Gerber**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik – Managementinformationssysteme, 39106 Magdeburg,  
E-Mail: sandra.gerber@iti.cs.uni-magdeburg.de

## **Sven Gerber**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik – Managementinformationssysteme, 39106 Magdeburg,  
E-Mail: sven.gerber@iti.cs.uni-magdeburg.de

## **Peter Krüger**

Volkswagen AG, 38436 Wolfsburg, E-Mail: peter.krueger6@volkswagen.de

## **Abstract**

Basierend auf den technischen Entwicklungen des Internets in den letzten Jahren nimmt die Nutzung sowohl im privaten als auch im geschäftlichen Bereich ständig zu. Durch seine zunehmend bessere Unterstützung der Prozessabläufe in Organisationen steigt die Nachfrage nach Lösungen für verschiedene Querschnittsfunktionen, wie beispielsweise der Dokumentationspflichten im Qualitätsmanagement. Im Rahmen dieses Beitrages wird ein Ansatz aufgezeigt, wie sich moderne Techniken aus dem Bereich des Social Media nutzen lassen, um Qualitätsmanagement-Handbücher zu erstellen und das Leben dieser Inhalte zu intensivieren. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Zusammenarbeit aller Mitarbeiter einer Organisation.

## **1 Motivation**

Im Laufe der letzten Jahre entwickelte sich das Internet immer stärker weg von einem rein Anbieter-getriebenen Informationsnetzwerk hin zu einem globalen Netz, in dem jeder Nutzer aktiv mitwirken und eigene Inhalte und Informationen beisteuern kann, so wie es die eigentliche Intention bei der Erschaffung des Netzwerkes war [14]. Diese Entwicklung wird heutzutage als Web 2.0 beziehungsweise Social Media bezeichnet.

Die Bezeichnung Web 2.0 geht auf eine Konferenz zurück, die erstmals 2005 stattfand. Dort beschäftigten sich die Teilnehmer mit Anwendungen und Diensten, die sich von den bis dahin im Internet vorhandenen Anwendungen unterschieden [1]. Web 2.0 und Social Media werden synonym verwendet, wobei Web 2.0 neben der Nutzungsform auch die Technologie betrachtet. Nutzer werden durch die Medien und Technologien von Social Media, nach dem Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW), in die Lage versetzt miteinander zu kommunizieren und verschiedene mediale Inhalte zu erschaffen und auszutauschen. Dabei verschwimmen die Grenzen zwischen Konsumenten und Produzenten von Inhalten [2].

Innerhalb der Social Media werden die verschiedenen Medien und Technologien in vier unterschiedliche Kanäle gruppiert. Im Bereich „Kommunikation“ werden Soziale Netzwerke, Blogs (digitale Logbücher), Podcasts (Audiobeiträge), Foren, Echtzeitkommunikationsprogramme, wie zum Beispiel Skype und sogenannte Microblogs (zum Beispiel Twitter) einsortiert. Wikis (internet-basierte Anwendung in der die Inhalte durch alle Betrachter sofort online editiert werden können [6]), Social-Bookmarking-Dienste und Social-News-Seiten werden zum Kanal „Kollaboration“ zusammengefasst. Der dritte Kanal mit der Bezeichnung „Multimedia“ befasst sich mit dem Foto- und Videosharing bzw. dem Music-Sharing, wie es von Flickr, Youtube oder Last.fm bekannt ist. Die weite Palette an Online-Spielen und virtuellen Welten wird als vierter Kanal mit dem Namen „Entertainment“ klassifiziert.

In letzter Zeit verschwimmen die klaren Grenzen der einzelnen Kanäle zunehmend. So lassen sich in Sozialen Netzwerken zunehmend auch Elemente des Bereiches Multimedia und des Entertainments wiederfinden. Beispiel hierfür sind die Integration von Skype in das Netzwerk Facebook [15] oder die Fotosharing- und Instant Messaging-Funktionalitäten in Google+ [16].

Während Social Media überwiegend im privaten Umfeld Anwendung findet, stellt sich die Frage, ob das Potential dieser Technologien nicht ebenso im Arbeitsumfeld genutzt werden kann. Kern eines jeden Unternehmens sollte heutzutage ein Qualitätsmanagementsystem sein. In Unternehmen wurde dies Anfang des 20. Jahrhunderts ausschließlich als Qualitätssicherung in der Produktion verstanden, bei dem nur das Produkt der Betrachtungsgegenstand war und erst beim Auftreten von Fehlern reagiert wurde. In den folgenden Jahrzehnten wandelte sich sowohl das Verständnis als auch der Fokus, so dass um 1980 erstmals über ein Qualitätsmanagement gesprochen werden konnte, bei dem die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet wurde. Heutzutage wird Qualität strategisch im Unternehmen und unternehmensübergreifend geplant. Ein Schlagwort für diese Entwicklung ist Total Quality Management (TQM) [8].

Zu prüfen ist, ob die notwendige Kommunikation und Zusammenarbeit für die Erreichung der Qualitätsmanagementziele durch die Nutzung von Social Media innerhalb von Organisationen jeglicher Art (Unternehmen, Behörden Hochschulen etc.) verbessert und optimiert werden kann.

## 2 Stand der Forschung

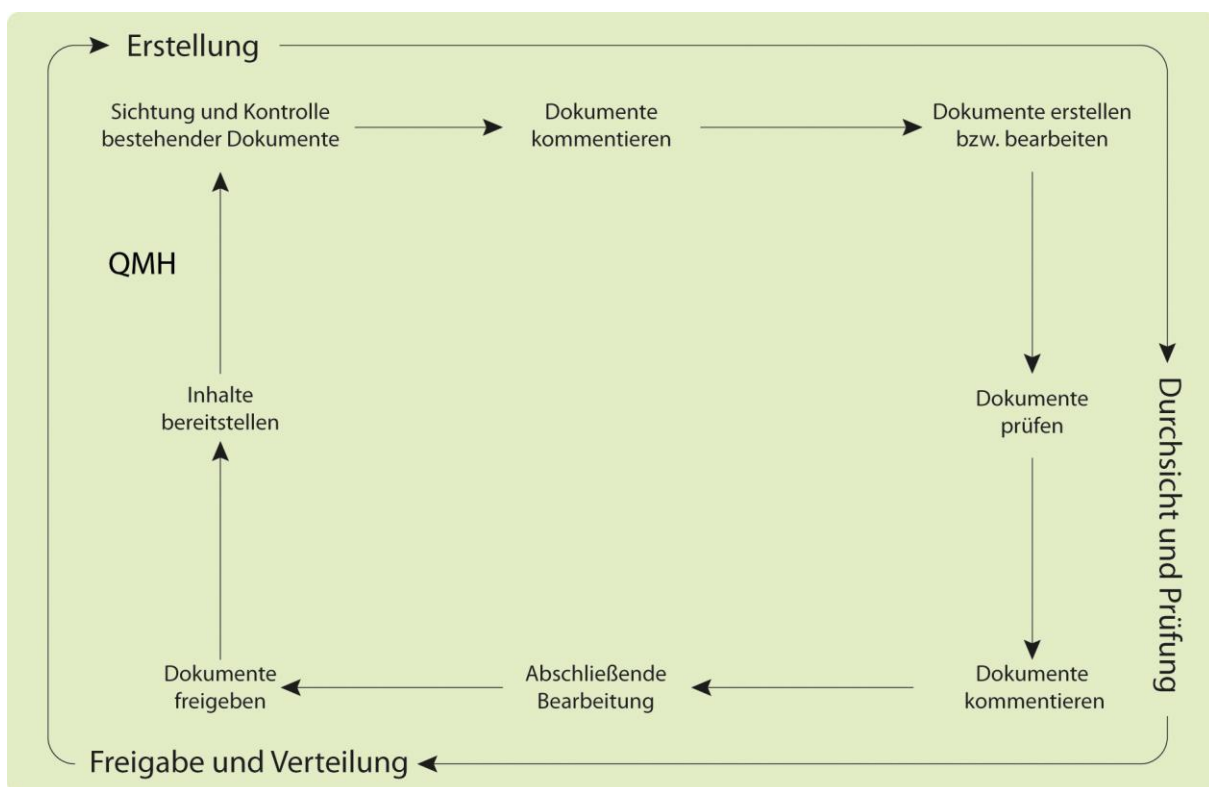
Im Rahmen der Etablierung eines Qualitätsmanagementsystems (QMS) gemäß der DIN EN ISO 9001 verpflichtet sich die Organisation zur Dokumentation des Systems. Dies umfasst unter anderem das zentrale Nachschlagewerk, das Qualitätsmanagement-Handbuch (QMH). Hierbei handelt es sich um „Dokumente, die nach innen und außen konsistente Informationen über das Qualitätsmanagementsystem der Organisation bereitstellen“ [3]. Es beinhaltet zum Beispiel „Beschreibungen der Wechselwirkung der Prozesse des Qualitätsmanagementsystems“ [5].



Der Beauftragte der obersten Leitung hat innerhalb dieses Systems „sicherzustellen, dass die für das Qualitätsmanagementsystem erforderlichen Prozesse eingeführt, verwirklicht und aufrechterhalten werden“ [5]. Somit hat er, der Qualitätsbeauftragte (QB), stets die Aktualität des QMH abzusichern.

Bei der Erstellung von Qualitätsmanagement-Handbüchern hat sich basierend auf den Anforderungen der ISO/TR 10013 Norm „Guidelines for quality management system documentation“ folgendes Vorgehensmodell herauskristallisiert [4].

Es wird in drei Phasen, dem Erstellungsprozess, der Durchsicht und Prüfung der Dokumente sowie der Freigabe und Verteilung des Handbuches, gegliedert, wie dies auch in Bild 1 zu sehen ist.



**Bild 1: QMH-Entwicklungsprozess**

Der Erstellungsprozess beinhaltet dabei zunächst die Bildung einer Arbeitsgruppe, die sich für die initiale Aufbereitung an Informationen für das QMH verantwortlich zeichnet. Als erster Schritt wird eine Sammlung aller qualitätsrelevanten Unterlagen vorgenommen, um einen Überblick und damit Transparenz über die aktuelle Situation zu schaffen. Als Ergebnis soll dabei ein kategorisiertes Verzeichnis mit folgender Unterteilung entstehen [12]:

- Unterlagen sind vorhanden und werden ohne Anpassungen in das Handbuch übernommen.
- Unterlagen sind vorhanden, müssen aber vor der Übernahme noch einer Anpassung unterzogen werden.
- Die Unterlagen sind bisher nicht vorhanden und bedürfen daher einer Neuerstellung.

Aus organisatorischer Sicht müssen für die Phase der Erstellung noch verschiedene Aspekte vorab festgelegt werden. Dazu gehört die Bestimmung der Verantwortlichkeiten für sämtliche Dokumente (Handbuch, qualitätsrelevante Dokumente und Prozess-/Verfahrens- und Arbeitsanweisungen) für die verschiedenen Aufgaben, wie Erstellung, Änderung, Prüfung, Freigabe, Verteilung und Archivierung.

Als Resultat der Phase liegt ein erster Entwurf einer Beschreibung der Elemente des QM-Systems vor.

Die zweite Phase ist gekennzeichnet vom Genehmigungsprozess des Entwurfs, welcher durch befugtes Personal auf die Aspekte Klarheit, Genauigkeit, Eignung und angemessener Aufbau geprüft wird. Parallel dazu wird der Entwurf den künftigen Benutzern bereitgestellt, um von ihnen Kommentare und eine Bewertung im Hinblick auf die Eignung des Entwurfes zu erlangen. Diesen beiden Schritten folgt die abschließende Bearbeitung des Textes.

Die Phase der Freigabe und Verteilung des Handbuches beginnt mit der Freigabe des Handbuches durch die oberste Leitung der jeweiligen Organisation. Dem schließt sich der Herausgabeprozess an, bei dem festgelegt werden muss, ob das Handbuch als Gesamtwerk oder abschnittsweise verteilt werden soll und wie der Zugang der Benutzer geregelt wird. Ferner muss ein Vorgehen definiert sein, das sicherstellt, dass jeder Benutzer der Organisation die für ihn zutreffenden Handbuchinhalte kennt.

Der zweite wichtige Punkt in dieser Phase ist die Organisation des Überwachungsprozesses. Dabei muss ein Verfahren festgelegt und bekanntgemacht werden, mit dem eine Veranlassung, die Erstellung, die Prüfung, die Lenkung und die Aufnahme von Änderungen zum Handbuch durch eine geeignete Stelle zur Lenkung der Dokumente angestoßen wird. Dem schließt sich der Prozess aus Phase zwei zur Durchsicht und Prüfung an, wobei er sich hier auf die Änderungen fokussiert.

Um diesen Lebenszyklus der QM-Dokumentation zu realisieren, sollen im weiteren Verlauf die vier verschiedenen Kanäle des Social Media genauer auf ihre Anwendbarkeit untersucht werden. Da bei der Erstellung von QMH derzeit kein Bedarf an Online-Spielen bzw. der Nutzung von Virtuellen Welten besteht, kann der Entertainment-Kanal für die weitere Betrachtung ausgeschlossen werden. Ebenso werden die Aspekte des Bereiches Multimedia kaum Verwendung in der Nutzung des QMH finden, da i.d.R. Foto-, Video- und Music-Sharing dort nicht benötigt werden. Innerhalb des Social Media-Kanals der Kommunikation lassen sich verschiedenen Werkzeuge finden, die für das Zusammentragen von Informationen durchaus hilfreich sein können. So lassen sich beispielsweise Instant Messaging-Dienste dazu nutzen Informationen von verschiedenen Personen zusammenzutragen. Nachteil ist aber die fehlende zentrale Plattform auf der die Informationen anschließend bereitgestellt werden können, so dass diese Kommunikation im Nachhinein nicht nachvollzogen werden kann. Auch ein gemeinsames Bearbeiten der Informationen stößt bei diesem Kanal an seine Grenzen. Speziell der Aspekt der gemeinschaftlichen Erstellung und Bearbeitung von Informationen, wie es in den ersten beiden Phase der Erstellung von QMHs gefordert wird, lässt sich nur zufriedenstellend mit den Werkzeugen des Bereiches Kollaboration bewerkstelligen. Daher wird dieser Kanal im weiteren Verlauf der Abhandlung betrachtet.

### 3 Kollaborative Basis für QMH-(Weiter)-Entwicklung

Die Erstellung und Weiterentwicklung des Qualitätsmanagement-Handbuchs profitiert von einer kollaborativen Prozessbeteiligung aller Mitarbeiter. Die Umsetzung in einem kollaborativen Schreiben bedarf einer Basis, die den Mitarbeiter hinsichtlich des Editierens von Texten, der Inhaltsspeicherung und -verwaltung sowie der Kommunikation unterstützt. Von den in Kapitel 2 gezeigten Social Media-Kanälen nach dem Modell des BVDW bietet sich der Kanal Kollaboration an. Die Erstellung und Bearbeitung von Dokumentationen, Handbüchern oder allgemein Inhalten bedarf eines inhaltsorientierten Mediums. Somit scheiden „Social-Bookmarking-Dienste“ (Indexierung von Inhalten) und „Social-News-Dienste“ (Bewertung und Popularisierung von Inhalten) aus und es verbleibt das Medium „Wiki“ (Einstellen von Inhalten) als Social Media für die Belange des Qualitätsmanagement-Handbuchs.

In der Praxis finden Wikis bereits Anwendung bei der Erstellung von Handbüchern (vgl. [10],[12]). In diesem Abschnitt soll gezeigt werden, dass sich der Einsatz eines Wikis auch für die Erstellung und Weiterentwicklung des Qualitätsmanagement-Handbuchs anbietet. Als Abgrenzung wird dazu ein Vergleich mit einem klassischen Dokumenten-Management-System (DMS) gezeigt, das zur Wissensspeicherung genutzt wird.

Es gibt keine geforderte Ausführungsform für das QMH (DIN EN ISO 9001:2008 [5]), so dass die Hilfsmittel und Medien für Erstellung und Verbreitung des QMH frei wählbar sind. Das ermöglicht Spielraum für Zusammenführung der Qualitätsmanagement-Dokumentation mit Denkansätzen aus dem Bereich Social Media.

Mit Wikis können Inhalte in sogenannten „Artikeln“ verfasst und online abgespeichert werden. Die Inhalte können gelesen und online sofort bearbeitet werden [10]. Wikis unterstützen die Versionierung von Artikeln, können darüber hinaus mit einem Rechtemanagement ausgestattet werden und stellen den Nutzern im Kontext der Artikel Diskussionsseiten bereit, um die Gestaltung der Inhalte kollaborativ zu besprechen. Artikel können über verschiedene Wege gefunden werden, der Volltextsuche, der Indexierung von Schlagworten, der Kategorisierung von Schlagworten sowie der Verlinkung von Artikeln untereinander.

Ein DMS dient dem Ablegen und Auffinden von Dokumenten und den darin enthaltenen Informationen (vgl. [11]). Dabei können Dokumente klassifiziert, versioniert und verknüpft werden sowie mit Metadaten versehen und vor Zugriff geschützt werden. Auch der Lebenszyklus von Dokumenten findet Beachtung. So können Status definiert und für das Dokument gesetzt werden („Entwurf“, „Freigegeben“ etc.). Die Such- und Recherchemethoden ergänzen das DMS bezüglich des Auffindens von Informationen. (vgl. [9])

In einer Vergleichstabelle soll die Erfüllung der Anforderungen des QMH an zwei gängigen Medien gezeigt werden und Schlussfolgerung bezüglich deren Eignung zur Entwicklung von QM-Handbüchern unter Ausschöpfung kollaborativer Synergien gezogen werden. Aufgrund der unterschiedlichen Funktionsumfänge der jeweiligen Produkte, erfolgt die Bewertung anhand der Standardeigenschaften der Produkte. Sofern die Produkte es unterstützen, können sowohl Wikis als auch DMS modular um entsprechende Funktionen erweitert werden.

Die ISO/TR-Norm 10013 skizziert Rahmenbedingungen für den Erstellungsprozess, die Genehmigung, Herausgabe und Überwachung von Qualitätsmanagementhandbüchern. Daraus abgeleitete Anforderungen sind in Tabelle 1 unter „Anforderungen nach ISO 10013“ zu finden [4]. Weitere

Anforderungen resultieren aus der Problematik für QM-Dokumentationen (vgl. [7]) hinsichtlich technischer und kollaborativer Aspekte, wie

- einheitliches Layout aufgrund dezentraler Bearbeitung des QMH,
- einfache Systematik für Querverweise von Qualitätsmanagement-Elementen,
- Beigabe von Dokumenten,
- Verteilung und Zugriffsschutz für Dokumente,
- Navigation im Handbuch,
- schnelle Eingewöhnung,
- Bekanntmachung von Änderungen,
- Version und Status des jeweiligen Handbuchabschnitts,

sind Anforderungen formuliert und mit denen des kollaborativen Schreibens ergänzt. Die Anforderungen können „voll erfüllt“ (X), „teilweise erfüllt“ (O) oder „nicht erfüllt“ (–) sein. Die Vergleichstabelle drückt lediglich die Qualifizierung des betrachteten Mediums für die Anforderung aus und schafft einen Überblick, welches Medium die Gesamtheit der gestellten Anforderungen am ehesten erfüllt.

Für die Entwicklung des Qualitätsmanagement-Handbuchs sind beide Medien geeignet. Die aus der ISO/TR 10013 abgeleiteten Anforderungen werden von beiden Medien ganz, in einzelnen Punkten mindestens teilweise erfüllt. Schwächen werden bei der Workflow-Unterstützung deutlich, wenn es um die Umsetzung von Prüfung und Freigabe des Handbuchs geht. Bei Betrachtung der technischen Möglichkeiten haben beide Medien ähnliche Funktionsumfänge, wobei das Wiki durch die integrierte Editor-Funktion (Rich-Text bzw. Wiki-Markup-Language) einen Vorteil erzielt. Das DMS hingegen benötigt zur Dokumentenbetrachtung einen dem Dokumententyp entsprechenden Editor.

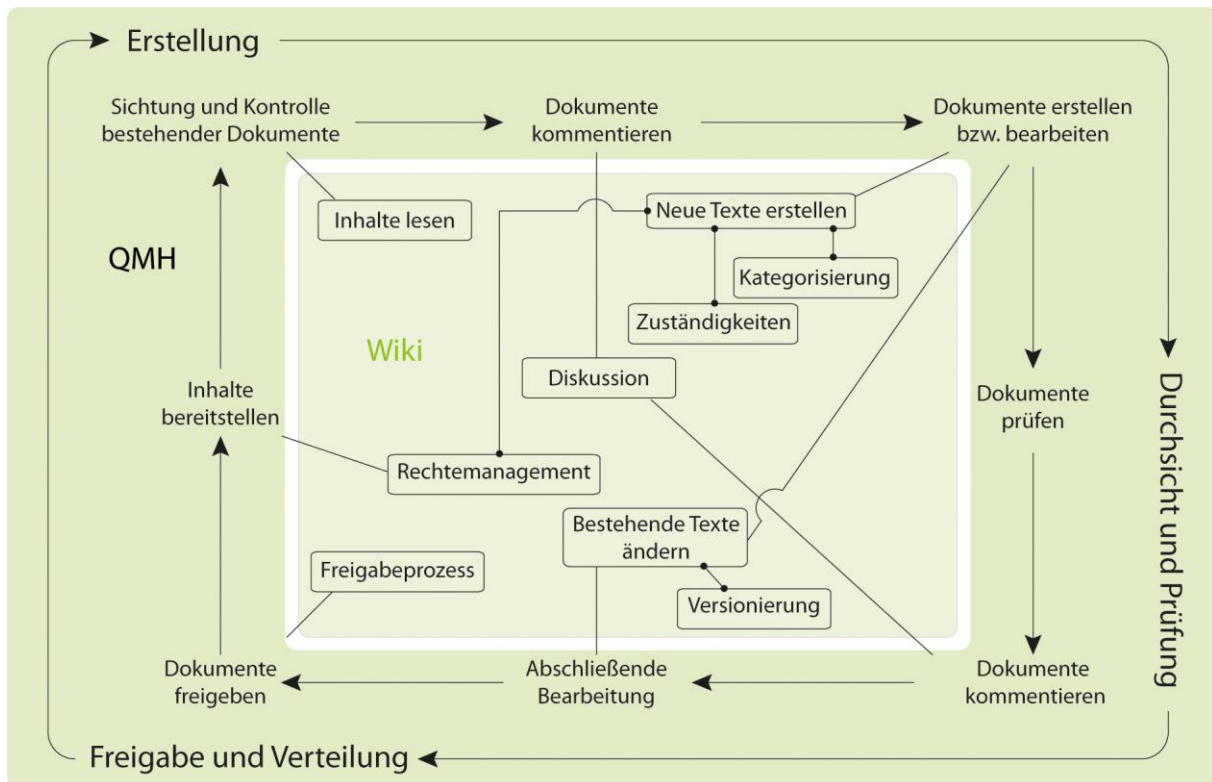
Das Wiki hat für die Handbuchentwicklung zudem weitere Vorteile. Es fokussiert die Inhalte, nicht deren Ablage, es stellt das Lesen und die Bearbeitung der Inhalte in den Vordergrund. Die technischen Möglichkeiten des Wikis erhöhen die Barrierefreiheit, etwa durch integrierte Extras wie Bildbearbeitung oder der Vorlesefunktion für Artikel. Zahlreiche Zusatzinformationen zu den Inhalten (Statistiken etc.) sowie der unkomplizierte Zugriff auf Inhalte (Browser) und deren Bearbeitung steigert die Bereitschaft der Mitarbeiter sich am kollaborativen Schreiben zu beteiligen. Die Inhalte des QMH erfahren somit eine ständige Überarbeitung, das sorgt für Aktualität und Akzeptanz des QMH bei den Mitarbeitern.

Anforderungen des QMH an das Medium	Medium	
	Wiki	Dokumenten- Management-System
<i>Anforderungen nach ISO/TR 10013</i>		
Publizieren von QMH-Inhalten	X	X
Bereitstellen von Unterlagen für QM-Audits	X	X
Verweisungen	X	X
Klare Zuständigkeiten (Rollen)	X	X
Genaue Verantwortlichkeit bei Änderungen (Rechtemanagement)	X	X
Kontinuierliche Bearbeitung des Dokuments	O	O
Abschließende Prüfung und Freigabe	X	X
Zugang zum Handbuch	X	O
Prozess für Änderungen am QMH	O	O
<i>Technische Anforderungen</i>		
Versionsverwaltung	X	X
Layoutvorlagen für Inhalte	X	X
Editor-Funktion	X	O
Veränderungsvergleich (Diff)	X	O
<i>Kollaborative Anforderungen</i>		
Nutzer-Akzeptanz	X	O
Selbstorganisation des Mediums	X	O
Direkte Nutzerinteraktion	–	–
Diskussionsplattform	X	O

Tabelle 1: Erfüllung der QMH-Anforderungen durch ausgewählte Medien

## 4 Erweiterung des QMH-Entwicklungsprozesses

Ziel für einen QMH-Erstellungs- und Überarbeitungsprozess mit Wiki ist es, die Wiki-Funktionalitäten an den QMH-Ablauf an benötigter Stelle zu integrieren. Der QMH-Prozess wird dahingehend ergänzt, dass die kollaborativen Vorteile des Wikis bei der Durchführung von Handbucheinstellung oder -überarbeitung genutzt werden können. Dazu wird der in Kapitel 2 vorgestellte QMH-Standardprozess aufgegriffen und die unterstützenden Wiki-Funktionen darin integriert (siehe Bild 2). Jedem Mitarbeiter der Organisation sollte es ermöglicht werden, Zugang zu einem Informations- und Kommunikations-gestützten (IKT) Arbeitsplatz zu bekommen, um als Wiki-Nutzer an dem QMH kollaborieren zu können.



**Bild 2: Wiki-gestützter QMH-Entwicklungsprozess**

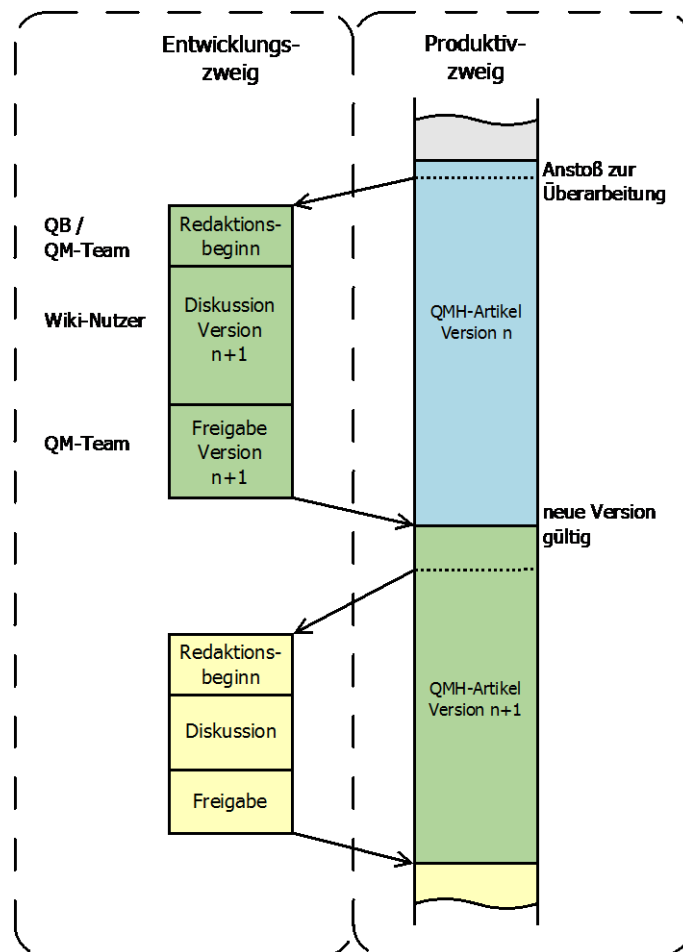
Initial müssen hierbei bereits bestehende QM-Inhalte in das Wiki übertragen und neue Inhalte erstellt werden. Ein Dokument entspricht im QMH-Wiki einem Wiki-Artikel. Dieser Artikel wird nach dem Erzeugen kategorisiert, um ihn beim abschließenden Generieren des Handbuches an der korrekten Stelle einfügen zu können. Als Kategorien stehen die Ebenen des QMH<sup>1</sup> (vgl. [4], Aufbau QMH) zur Auswahl. Diese Ebenen können zusätzlich entsprechend der Bedürfnisse der jeweiligen Organisation unterteilt werden.

Die Evolution eines Artikels ist in Bild 3 dargestellt. Ein freigegebener Artikel unterliegt dem ständigen Verbesserungsprozess und wird redaktionell vom Qualitätsbeauftragten begleitet, dieser stellt einen Wiki-Nutzer mit besonderen Rechten dar. Die freigegebene Version wird in einen Entwicklungszweig überführt, dort überarbeitet und nach Freigabe als neue gültige Version veröffentlicht. Unmittelbar nach der Veröffentlichung beginnt der Verbesserungsprozess erneut. Nutzer stoßen ihn an durch Verbesserungsvorschläge aufgrund von problemorientierten Sachverhalten, QM-politikorientierten Sachverhalten sowie durch Ergänzungen bestehender Inhalte mit Erfahrungswissen, z.B. Mitarbeiter-Know-How, Best-Practices, FAQ<sup>2</sup> etc. Der Qualitätsbeauftragte kann ihn anstoßen, um redaktionelle Rahmenbedingungen zur geforderten QMH-Dokumentation zu schaffen. Die in den Entwicklungszweig abgespaltene Version ist für alle Wiki-Nutzer Diskussionsgegenstand und Entwicklungen werden direkt in diesem Artikel durchgeführt. Ist im Laufe der Diskussion ein Reifegrad des Artikels für die Produktivsetzung erreicht, wird der diskutierte Artikel aus dem Entwicklungszweig dem Freigabeprozess unterzogen (vgl. Bild 1 sowie Kapitel 2). Das QM-Team führt die Freigabeprüfung durch. Es besteht dabei aus mehreren Personen, dem Prüfer des Artikels und dem Verantwortlichen der Unternehmens-

<sup>1</sup> QMH im engeren Sinne, Arbeitsanweisungen und Verfahrensanweisungen

<sup>2</sup> FAQ – Frequently Asked Questions ist eine Auflistung häufig gestellter Fragen und deren Beantwortung

führung für rechtlich bindende Freigaben. Erfolgt die Freigabe, wird der überarbeitete Artikel als neue Version im Produktivzweig abgelegt und ist fortan die gültige Version des QMH-Artikels. Die vorhergehende Version verliert damit ihre Gültigkeit. Beim Aufrufen einer Wiki-Seite wird stets die aktuelle, freigegebene Version angezeigt.



**Bild 3: Evolution eines QMH-Artikels im Wiki**

Die Funktionalität des Wikis ermöglicht es im Produktivzweig Suchanfragen zu bisherigen Versionen zu starten und somit ältere Inhalte nachzulesen. Besonders für neue Mitarbeiter ist diese Eigenschaft bei der Arbeit im Entwicklungszweig hilfreich. Sie können frühere Diskussionen nachvollziehen. Aber auch im Falle einer wiederholten Diskussion über Punkte in dem Artikel, können alle Mitarbeiter die Gründe für die entstandene Entscheidung nachvollziehen. Somit kann effizienter und effektiver gearbeitet werden, da das Wissen integriert abgelegt ist und sofort aufgegriffen werden kann. Die Wiki-Funktionen erweisen sich somit als wertvolles Hilfsmittel für das Wissensmanagement.

Für Nachweiszwecke muss die Organisation das Qualitätsmanagement-Handbuch zu einem gewissen Stichtag vorweisen können. Hierfür muss das QMH-Wiki eine Funktionalität aufweisen, die es ermöglicht ein Dokument zu generieren mit allen Artikeln, die zu dem Tag freigegeben waren. Die vorgenommenen Änderungen zum vorherigen Stand des Dokumentes müssen nach ISO 9001:2008 im aktuellen Dokument gekennzeichnet werden. Diese Informationen können aus der Änderungsverfolgung des verwendeten Wiki-Systems bezogen werden.

Die elektronische Fassung eines QMHs im Produktivzweig des Wiki ist rechtlich gleichbedeutend mit der gedruckten Version. Dabei ist zu beachten, dass mit einer neuen Artikelversion die vorhergehende Version abgelöst wird. In diesem Fall ist es möglich, dass die sich aus dem Produktivzweig ergebende Fassung des QMHs aktueller ist als die verfügbare Druckversion. Für Nicht-IKT-gestützte Arbeitsplätze, an denen die Mitarbeiter nach Arbeitsanweisungen arbeiten müssen, ist es erforderlich eine Druckversion eines neu freigegebenen Artikels zu erstellen, die Verteilung muss nach Norm weiterhin sichergestellt werden.

## 5 Zusammenfassung

Anhand der Social-Media-Kanäle aus dem BVDW-Modell wurde gezeigt, dass das Wiki für das Einstellen von Inhalten in einem kollaborativen Umfeld zu präferieren ist. Zur Schärfung dieser Eingrenzung wurde eine Gegenüberstellung des Mediums Wiki zu einem klassischen DMS durchgeführt. Die Ausgangsfrage bezieht sich auf den Einsatz von Social Media zur Erreichung der Qualitätsmanagementziele. Daher wurden die Kriterien für den Vergleich aus den Vorgaben der Norm ISO/TR 10013 abgeleitet und um kollaborative und technische Aspekte ergänzt. Als Ergebnis des Vergleichs ist das Wiki als Medium für die QM-Handbuchentwicklung geeignet und erzielt Vorteile durch die Unterstützung des kollaborativen Schreibens gegenüber den Fähigkeiten eines DMS. Des Weiteren wurde der QMH-Standard-prozess mit den technischen Möglichkeiten des Wikis verschmolzen und die Evolution eines QMH-Artikels beispielhaft dargestellt. Durch die Funktionen des Wikis können die Vorzüge der elektronischen Handbuchentwicklung durch die Mitarbeiter der Organisation genutzt und somit die Verantwortlichen für das QMS maßgeblich unterstützt werden. Ebenso können bei Bedarf Druckversionen erzeugt werden. Aufgrund der Verbindlichkeit des Handbuchs ist ein anonymes Bearbeiten der Wiki-Artikel unerwünscht und in Verbindung mit dem Begutachtungs- und Freigabeprozess ein Rechtemanagement erforderlich. Dies steht im Widerspruch zur Wiki-Philosophie einer freien Bearbeitung von Inhalten durch alle Nutzer. Es ist in zukünftigen Forschungsarbeiten zu prüfen, inwiefern ein authentifizierter Wiki-Zugang die Kreativität und freie Entwicklung von Inhalten beeinflusst.



## 6 Literatur

- [1] Alpar, P; Blaschke, S (Hg.) (2008): Web 2.0 - Eine empirische Bestandsaufnahme. 1. Aufl. Vieweg + Teubner, Wiesbaden.
- [2] Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.v. (2010): Social Media Kompass 2010/2011. 2. Aufl. Düsseldorf.
- [3] ISO (2000): DIN EN ISO 9000:2000 – Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe, Beuth Verlag, Berlin/Wien/Zürich.
- [4] ISO (2001): ISO/TR 10013 - Guidelines for quality management system documentation. ISO copyright office, Genf.
- [5] DIN (2008): DIN EN ISO 9001:2008 - Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen, Beuth Verlag, Berlin/Wien/Zürich.
- [6] Ebersbach, A; Glaser, M; Heigl, R; Warta, A (2008): Wiki. Kooperation Im Web. 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin.
- [7] Pfeifer, T (1996): Qualitätsmanagement. Strategien, Methoden, Techniken. 2., vollst. überarb. und erw. Hanser, München.
- [8] Pfeifer, T; Schmitt, R (2010): Qualitätsmanagement. Strategien, Methoden, Techniken. 4., vollst. überarb. Hanser, München.
- [9] Scheer, A-W; Boczanski, M; Muth, M; Schmitz, W-G; Segelbacher, U (2006): Prozess-orientiertes Product-lifecycle-Management. Springer, Berlin.
- [10] Stocker, A; Tochtermann, K (2010): Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs. Fallstudien zum erfolgreichen Einsatz von Web 2.0 in Unternehmen. Gabler, Wiesbaden.
- [11] Arndt, H-K (2005): Environmental Management, Environmental Information Systems, and Knowledge Management. In: Walter Leal Filho, Jorge Marx Gómez und Claus Rautenstrauch (Hg.): ITEE 2005: Second International ICSC Symposium on Information Technologies in Environmental Engineering. ITEE 2005. Magdeburg, 25.09.-27.09.2005. Shaker (Magdeburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik), Aachen, S. 686-694.
- [12] Döbler, T (2008): Zum Einsatz von Social Software in Unternehmen. In: Christian Stegbauer und Michael Jäckel (Hg.): Social Software. Formen der Kooperation in computerbasierten Netzwerken. 1. Aufl. VS Verl. für Sozialwiss, Wiesbaden, S. 119-136.
- [13] Schmidt, J (2008): Weblogs in Unternehmen. In: Berthold H. Hass, Gianfranco Walsh und Thomas Kilian (Hg.): Web 2.0. Neue Perspektiven für Marketing und Medien. Springer, Berlin. S. 97-108.
- [14] Berners-Lee, T (2006): developerWorks Interviews: Tim Berners-Lee. <http://www.ibm.com/developerworks/podcast/dwi/cm-int082206.txt>. Aufgerufen am 26.08.2011.
- [15] Facebook, Inc. (2011): Skype on Facebook. <http://www.facebook.com/Skype>. Aufgerufen am 26.08.2011.
- [16] Google, Inc. (2011): Das Google+ Projekt. <https://www.google.com/intl/de/+/learnmore/index.html#hangouts>. Abgerufen am 26.08.2011



# **Virtuelles Teambuilding und IKT-Technologien in Relation unter Einbeziehung der Theorien Social Presence und Media Richness**

**Vujdan El Khatib**

Georg-August-Universität Göttingen und Marmara Universität Istanbul,  
Institut für Wirtschaftsinformatik, 37073 Göttingen, E-Mail: vkhatib@uni-goettingen.de

**Lutz M. Kolbe**

Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Wirtschaftsinformatik, 37073 Göttingen,  
E-Mail: lkolbe@uni-goettingen.de

## **Abstract**

Die Globalisierung der Märkte sowie die dynamische Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ermöglicht Zusammenarbeit verteilter IKT-gestützt kommunizierender Teammitglieder. Gleichzeitig erleben virtuelle Teams häufig soziale Distanz. Das Paper setzt Teambuilding in Relation zu den Herausforderungen der virtuellen Kommunikation und begründet diese mit Hilfe der Theorien Social Presence und Media Richness. Der aktuelle Forschungsstand und eine erste Ergebnisanalyse einer Multiple Case Study und 16 semistrukturierte Experteninterviews werden wiedergegeben.

## **1 Zur Relevanz der Kommunikation in Unternehmen**

Kommunikation in Unternehmen kommt eine besondere Bedeutung zu. Die dynamische Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wie Telefon, Email, Chat, Videokonferenz usw. vernetzt Unternehmen und Teams. Dadurch verändert sich auch die Unternehmenskommunikation: Kommunikative Prozesse müssen zwangsläufig nicht mehr *face-to-face* geschehen. Vermehrt kommunizieren Unternehmen und Teammitglieder mittels IKT über geographische Distanzen *virtuell* und über kulturelle Grenzen hinweg *interkulturell*.

Verschiedene Arbeiten befassten sich bisher mit der Effektivität von IKT. Zu den bekanntesten gehören die *Media Richness Theory* [20], die besagt, dass Medien unterschiedlich reichhaltig, abhängig vom Komplexitätsgrad der Aufgabe sind; sowie die (*Embodied*) *Social Presence Theory* [11], die ermittelte je weniger Kommunikationskanäle (z.B. Gestik, Mimik, Intonation) genutzt werden, desto geringer das Gefühl der Social Presence der Kommunikationspartner hinter der IKT. Walther [19] fand weiter heraus, dass eine geringe

*Social Presence* Auswirkungen auf den Kommunikationsstil hat. Dieser sei ungehemmter, unpersönlicher und unhöflicher.

In Anlehnung an Tuckmans Phasenmodell des Teambuildings, nach dem eine Gruppe zuerst die Phasen Forming, Storming und Norming durchgehen müsse, um in der vierten Phase Performing effektiv zusammenarbeiten zu können, ergab eine Studie [6] die Performing-phase in virtuellen Teams nicht zu erreichen. Auch Remdisch und Utsch [26] sowie Walther [19] kamen zu ähnlichem Ergebnis, und führten diese darauf zurück, dass Teammitglieder soziale Distanz [9] erleben. Über Kommunikation so Schäfers [9] entstehen Beziehungen. Zugleich ist transparente und effiziente Kommunikation von der IKT abhängig.

Der vorliegende Beitrag soll den Zusammenhang zwischen Teambuilding und virtueller Kommunikation nachgehen und diesen relativieren. Ferner wird das Kommunikationsverhalten von Unternehmen und dessen Mitgliedern reflektiert. Dabei sind die Theorien der *Media Richness* und der *Social Presence* als grundlegend anzusehen.

Die folgenden Ausführungen geben den aktuellen Forschungsstand (research in progress) einer Multiple Case Study wieder, die insbesondere folgende Fragen beantworten soll:

1. Welche kommunikativen Herausforderungen bestehen in virtuellen (kulturell diversen) Teams?
2. Vor dem Hintergrund kommunikativer Herausforderungen, inwieweit kommunizieren Unternehmen und Mitglieder reflektiert, sodass Teambuilding über Distanz entsteht?

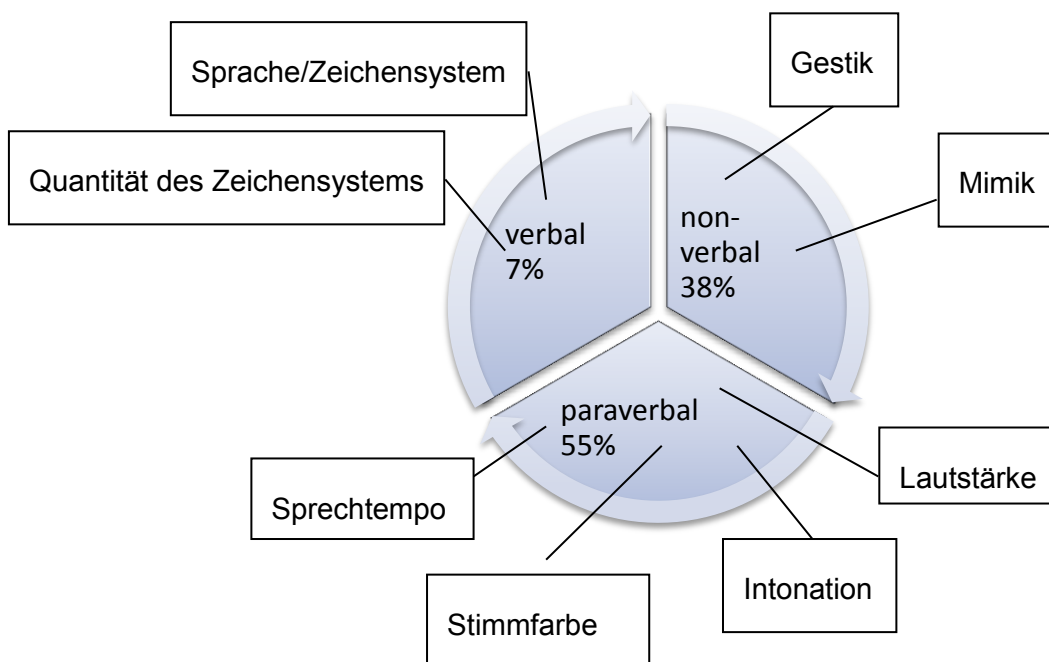
## 2 Definition virtueller Teams

Teams sind Kleingruppen, meist aus Mitgliedern von drei bis 15 Personen bestehend, die eine gemeinsame Aufgabe oder ein gemeinsames Ziel für ihr Unternehmen verfolgen. Sie stellen dabei ein soziales Gefüge aus persönlichen Beziehungen dar, welche die Interaktion zwischen Mitgliedern beeinflussen [23]. Face-to-face Teams kooperieren an einem Ort und erleben dabei physische Nähe, virtuelle Teamarbeit hingegen geht über räumliche, zeitliche, organisationale Grenzen hinaus [24], die mit dem Einsatz modernster IKT wie E-Mail, Internet- und Diskussionsforen, Chat, Webkonferenzen uvm. ermöglicht werden. Der Grad an Virtualität in Teams wird durch die Häufigkeit der Face-to-face-Kontakte bestimmt. Abhängig vom Aufgabenzuschnitt sind rein virtuelle Teams in der Praxis eher selten vorkommend [22]. Eine besondere Bedeutung kommt der kulturellen Diversität in virtuellen Teams zu, die aus der internationalen Zusammenarbeit resultiert. Die Interkulturelle Kommunikationsforschung befasst sich insbesondere mit kommunikativen Herausforderungen im interkulturellen Kontext [25].

## 3 Kommunikation

Kommunikation, d.h. der Austausch von Informationen [15] ist zwischenmenschliche Verständigung zwischen Sender und Empfänger über verbale bzw. sprachliche sowie non- und paraverbale bzw. nichtsprachliche Kommunikationskanäle wie Gestik, Mimik, Stimme u.a. [10]; [13]. Sie erfordert ein Eingehen und Reagieren der Beteiligten, was Schulz von Thun [10] als *Interaktion*, Schäfers [9] als *Soziale Interaktion* bezeichnet. Während Menschen kommunizieren, bauen sie zueinander Beziehungen auf [9][9], dies gelingt

IKT-gestützt nur bedingt, da Kommunikationspartner nicht auf alle Kanäle zurückgreifen können. Wie verschiedene psychologische Studien ermittelt haben, wird rund zwei Drittel der Face-to-face-Kommunikation durch nonverbales Ausdrucksverhalten bestimmt [30]. Unter ihnen der Psychologe Mehrabian [8], der in zwei Studien die Bedeutung non- und paraverbaler zwischenmenschlicher Kommunikation erforschte. Den Studien nach kam der verbalen Kommunikation, d.h. der Sprache oder dem Zeichensystem lediglich ein Informationsgehalt von 7% zu, der nonverbalen Kommunikation wie Gestik, Mimik und Körpersprache ein Informationsgehalt von 38% und der paraverbale Kommunikation Intention, Sprachtempo, Sprechpausen etc. ein Informationsgehalt von 55%. Für das Verstehen bzw. das Dekodieren einer Nachricht ist der emotionale Gehalt einer Nachricht entscheidend, der insbesondere durch non- und paraverbale Kommunikationskanäle übermittelt wird.



**Bild 1: Ausgewählte Kommunikationskanäle der Kommunikation (Eigene Darstellung)**

Die Kommunikationswissenschaft unterscheidet zwischen zwei konzeptionellen Perspektiven: Der nachrichtentechnischen/informationstheoretischen und verhaltens-wissenschaftlichen Perspektive. Die Studien von Watzlawik et al. [12] sind bei der Unterscheidung als grundlegend anzusehen. Diese differenzieren zwischen Inhalts- und Beziehungsaspekt menschlicher Kommunikation. Während ersterer Inhalt und Daten fokussiert, weist letzter darauf hin wie die Daten zu verstehen sind.

### 3.1 Nachrichtentechnische oder informationstheoretische Perspektive

Kommunikation nach dem Grundmodell der technischen Kommunikation [1] entspricht der Übermittlung einer Nachricht vom (Informations)Sender zu einem (Informations)Empfänger. Nachrichten sind mit einer bestimmten Sende-Absicht gesendet. Um die Güte der Nachricht zu überprüfen, machen Sender und Empfänger häufig Gebrauch davon zu demonstrieren wie die Nachricht bei ihnen angekommen ist. Dies geschieht in einer Rückkopplung

bzw. Rückmeldung, auch Feedback genannt [10]. Für die Übermittlung des Kommunikationsinhalts wird ein Kommunikationskanal benötigt.

### 3.2 Verhaltenswissenschaftliche Perspektive

Unternehmen und Mitarbeiter kommunizieren nicht ausschließlich unter nachrichtentechnischen Aspekten. Eine weitere Bedeutung kommt dem zwischenmenschlichen Austausch von Informationen, Mitteilungen, Emotionen auch non- und paraverbalen Art zu. Im Fokus steht die erwähnte Soziale Interaktion [15][9];[10][9], die in Gruppen Vertrauen, Teambuilding oder eine Beziehungsebene herleitet. Auch Führung über Distanz ist als Teil der verhaltenswissenschaftlichen Analyse aufzunehmen. Insbesondere wenn sich zeigt, dass Kommunikation absichtsgelenktes Handeln darstellt [16][15] und Teams bildet.

Im Folgenden fokussieren die Ausführungen die verhaltenswissenschaftliche Perspektive.

## 4 Theoretische Grundlagen

### 4.1 Media Richness Theory

Jede IKT verfügt über eine andere Media Richness [20];[2]. Je näher das Medium bzw. die IKT an die Face-to-face-Kommunikation heranreicht, desto höher die Reichhaltigkeit der IKT. Demzufolge eignet sich nicht jede IKT für beliebige Aufgabenstellungen oder Kommunikationsabsichten. Der IKT sind Grenzen gesetzt. Benötigen Sender und Empfänger reichhaltige Informationen um beispielsweise ein neues Teammitglied kennenzulernen, so wäre es am effektivsten, face-to-face zu kommunizieren, da diese als „reichhaltigste IKT“ den Kommunikationspartnern erlaubt, über verschiedene Kanäle zu kommunizieren. Bezieht sich der Informationsaustausch lediglich auf die Verschiebung eines Termins, dann empfehle sich eine weniger reichhaltige IKT wie die E-Mail.

### 4.2 Embodied Social Presence Theory

Die (*Embodied*) *Social Presence Theory* [11]; [27] versteht unter *Social Presence* das Gefühl, dass Sender und Empfänger gemeinsam in die Kommunikation involviert sind. Das Gefühl ist abhängig von der Anzahl der Kommunikationskanäle über die die IKT verfügt. Je weniger Kanäle die IKT aufweist, desto geringer das Gefühl der persönlichen Anwesenheit [18]. Je weniger Kanäle in der Interaktion genutzt, desto unhöflicher, unpersönlicher, ungehemmter und aufgabenorientierter die Kommunikation [5]. Durch die *Mensch-Maschine-Kommunikation* vergessen Nutzer von der IKT abhängig, hinter dem Computer sitzen reale Menschen [26].

## 5 Ausgewählte Informations- und Kommunikationstechnologien

Die folgende Tabelle stellt eine Auswahl der IKT dar, die deutlich macht, über welche Kanäle virtuelle Kommunikationspartner Informationen übermitteln können.

Kommunikationskanäle	Verbal (7%)	Nonverbal (38%)			Para-Verbal (55 %)	In Prozent
	Sprache/ Zeichensystem	Mimik	Gestik	Körpersprache	Intonation, Stimmfarbe	
Email	√	x	x	x	x	7%
Chat	√	(√)	x	x	x	≥ 7; ≤ 20
Telefon	√	x	x	x	√	62%
Videokonferenz	√	√	√	(√)	√	≥ 87 %

**Tabelle 1: IKT unter Betrachtung möglicher Kommunikationskanäle**

Ferner lassen sich IKT klassifizieren in textbasierte, auditive und (audio)visuell Medien; synchrone und asynchrone Medien, one-to-one (zwei Personen) oder one-to-many (beliebig viele Personen sowie pull- (Empfänger muss die Nachricht selbst abrufen) oder push- (dem Empfänger wird die Nachricht geliefert) Medien [14]. Wie folgende Ausführungen zeigen werden, haben die Charakteristika von IKT Auswirkungen auf Kommunikation(sstil) und Teambuilding. Ferner ist ihre Nutzung kulturell abhängig.

### 5.1 Die Email

Die Email bzw. electronic Mail, zu deutsch: der elektronische Brief gehört zu den am häufigsten eingesetzten IKT der Unternehmenskommunikation. Sie ist ein textbasiertes Medium und kommuniziert ausschließlich über den verbalen Kommunikationskanal, dem ein Informationsgehalt von ca. 7% zukommt[8]. Die Ausdrucksweise ist expliziter, unhöflicher, ungehemmter und sehr aufgabenorientiert [17], unter anderem weil Informationen aus sozial-emotionalem Kontext entfallen. Die Email ist ein asynchrones Medium und weist einen Mangel an Rückkopplung (geringes Gefühl an Social Presence) und die Gefahr an Doppeldeutigkeiten auf [21]. Auf der anderen Seite muss der Sender nicht befürchten, den Empfänger zu stören. Ferner haben die Kommunikationspartner die Kommunikation schriftlich fixiert. Von der Media Richness her, gehört die Email zu den IKT mit geringerer Reichhaltigkeit an Informationen. Sie eignet sich v.a. für Informationsaustausche wie Terminvereinbarungen bzw. solcher, die kein ausschweifendes Feedback (z.B. Diskussion) bedürfen. Kulturelle Unterschiede in der Email beziehen sich v.a. auf die Form. Individualistische [2] bzw. sozial orientierte [4] Kulturen schreiben häufig ausführlichere Emails mit höflicher Anrede und Floskeln; Kollektivistische bzw. weniger sozial orientierte Kulturen lassen Anreden weg und schreiben häufig ein zwei sehr präzise Sätze.

### 5.2 Der Chat

Wie die Email ist der Chat ebenfalls eine textbasierte Form der Kommunikation und kommuniziert ausschließlich verbal. Ihre Media Richness ist gering höher[20];[2]. Da die IKT jedoch ein synchrone Medium ist, erleben die Kommunikationspartner durch die zeitgleiche Anwesenheit das Gefühl höherer *Social Presence*. Dadurch kommt es im Chat leichter zu Small Talks, denn die Möglichkeit zum Feedback ist gegeben. Der Kommunikationsstil ist hier persönlicher, u.a. dadurch intensiviert, dass Sender und Empfänger unter dem Einsatz

sogenannter Emoticons Zeichen austauschen können und somit mimische Kommunikation simulieren. Der IKT ist ein Informationsgehalt von mindestens sieben bis circa 20% zu entnehmen, wenn davon ausgegangen wird, dass nonverbale Kommunikation eine Dreiteilung von Mimik, Gestik und Körpersprache ausmacht. Interkulturelle Besonderheiten betreffen ebenfalls wie bei der Email Höflichkeitsfloskeln, aber auch persönliche Fragen sozial orientierter Kulturen [4].

### **5.3 Das Telefon**

Das Telefon ist ein auditives und synchrones Medium und erfordert die zeitliche Anwesenheit der Kommunikationspartner an der IKT. Anders als bei der Email oder beim Chat sind Kommunikationsvorgänge schriftlich nicht fixiert. Das Telefon ist ein push-Medium, das heißt die Nachricht wird dem Empfänger geliefert. Das Telefon gehört der Klassifikation one-to-one- als auch der one-to-many-Kommunikation an. Letzteres wird häufig in Telekonferenzen genutzt. Das Telefon hat eine höhere Media Richness als Email und Chat und gibt das Gefühl einer Social Presence durch Einbeziehung verbaler und paraverbaler Kommunikationskanäle wie einem (hörbaren) Lächeln in der Intonation gegenüber einer Verstimmung etc. Damit liegt der Informationsgehalt in Anlehnung an Mehrabian [8] bei 62%.

### **5.4 Die Video-Konferenz**

Die Videokonferenz ist ein audiovisuelles Medium und ermöglicht die Kommunikation über verbale und paraverbale Kanäle wahrzunehmen, was auch Nonverbales wie Mimik und Gestik bis zu einem bestimmten Grad miteinschließt. Ein Lächeln kann sich in der one-to-one-Kommunikation noch auf eine Person beziehen, verläuft die Kommunikation one-to-many sind Gestik und Mimik nicht mehr personenzentriert und eine Beziehungsebene stellt sich nur wenig her. Von seiner Media Richness her gehört die Videokonferenz dennoch zu einer der Face-to-face-Kommunikation am nächst simulierenden IKT. Zwar gibt es nicht die Möglichkeit der schriftlichen Fixierung wie bei der Email beispielsweise, dafür ist bei technischer Ausstattung die zeitgleiche Bearbeitung an Dokumenten möglich. Der Informationsgehalt der IKT liegt in Anlehnung an Mehrabian [8] bei mindestens ca. 67%. Bisher verfügen noch wenige Arbeitsplätze über Webcam. Meist ist die IKT, wenn überhaupt, in Konferenzräumen zu finden, dessen Zugang in vielen Unternehmen Führungskräften vorbehalten ist [26].

## **6 Methodik: Multiple Case Study Design**

Die vorliegenden Daten entstammen einer Multiple Case Study (research in progress), an der aktuell zwei Großunternehmen sowie ein mittelständisches Unternehmen beteiligt sind. Weitere zwei bis drei Fallstudien sind für 2012 geplant. Bisher wurden 16 qualitative semistrukturierte Experteninterviews mit 14 Fach- und Führungskräften geführt sowie zwei Mitarbeitern aus dem Human Resource Management. Der Blickwinkel der Interviewpartner aus verschiedenen Abteilungen soll einer Datentriangulation Rechnung tragen und damit Eigen- und Fremdinterpretationen ausschließen. Das qualitative Forschungsdesign gewährt Interviewpartnern den Freiraum, selbst Akzente des Interviews zu setzen. Die Interviews wurden mittels der interpretativ-analysierenden Methode ausgewertet. Zur Validität der Daten vollzog sich die Analyse und Evaluation in Anlehnung an Lamnek [7] konsequent in vier Phasen:



- 1.) Transkription: *Vollständige Verschriftlichung der ca. 15-stündigen Audiodateien, Anonymisierung und Vereinheitlichung der Daten.*
- 2.) Einzelanalyse: *Separate Betrachtung der Interviews, Entnahme prägnanter Stellen in Ergänzung mit Kommentaren/Überschriften zur Bildung von Kategorien.*
- 3.) Generalisierende Analyse: *Prüfung nach Gemeinsamkeiten und inhaltlichen Differenzen.*
- 4.) Kontrollphase: *Überprüfung reduktiver Auswertung mit Hilfe der Originaltranskripte; Diskussionen mit Erfahrungsträgern (Experten, Personen aus verschiedenen Fachrichtungen).*

	Unternehmen A	Unternehmen B	Unternehmen C
Branche	Automobilkomponenten; Haus- und Gebrauchsgeräte	Flugzeugbau	Messtechnik
Umsatz (2010)	47,3 Mrd. EUR	27,6 Mrd. EUR	o.A.
Mitarbeitergröße	283.500	52.500	1.400
Interviewpartner	10 Teil(Projektmanager) + 2 Mitarbeiter HR	2 Projektmanager	2 Projektmanager

**Tabelle 2: Beschreibung der Multiple Case Study**

## 7 Erste Ergebnisse der Multiple Case Study

Die Fallstudien ergaben, dass alle Unternehmen verschiedene kommunikative Herausforderungen bewältigen müssen. Das Handling unterscheidet sich jedoch deutlich. Einige Interviewpartner setzen ausdrücklich auf eine intensive Kommunikation und halten ihre Mitarbeiter dazu an, quantitativ als auch qualitativ hoch mittels geeigneter IKT zu kommunizieren und den persönlichen Kontakt zu intensivieren. Fallstudie A hatte die größten Herausforderungen zu bewältigen, arrangierte kein Kick-Off-Meeting zu Beginn der Zusammenarbeit und litt unter mangelnden Teambuildings, was sich in intransparenter Kommunikation zeigte und schließlich beinahe zum Scheitern des Projektes führte. Unternehmen B und C setzten verstärkt auf Face-to-Face-Kommunikation wie einem Auftakt gebenden Kick-Off und regelmäßigen Dienstreisen. Unternehmen B unterschied sich in soweit zu A und B, dass es den Zugang zur IT für jeden Mitarbeiter, unabhängig von seiner Hierarchieebene gewährte.

	Unternehmen A	Unternehmen B	Unternehmen C
Virtuell-kommunikative Herausforderungen	hoch	durchschnittlich	durchschnittlich
Interkulturell-kommunikative Herausforderungen	sehr hoch	hoch	durchschnittlich
Kooperationsland	u.a. Indien	u.a. Indien und Türkei	Türkei
Zugang der IKT für jeden Mitarbeiter	nein	ja	nein
Face-to-face-Kommunikation	selten	in kleinen Frequenzen	in großen Frequenzen
Kick-Off-Meeting	nein	ja	ja
Bewertung des Teambuildings	negativ	durchschnittlich	positiv
Status des Projektes/ internationaler Geschäftstätigkeit	abgeschlossen	nicht abgeschlossen	nicht abgeschlossen

**Tabelle 3: Kommunikationsrelevante Ergebnisse der Fallstudien**

Aufgrund der Kürze beschränken sich die folgenden Ausführungen auf virtuelle und virtuell-interkulturelle Herausforderungen in der Kommunikation.

### 7.1 Virtuelle Herausforderungen

Der Großteil der Informationen wird in allen drei Fallunternehmen verbal über die Schriftsprache kommuniziert, wodurch leicht Missverständnissen und Deutungsschwierigkeiten [21] entstehen. Die IKT wird bevorzugt genutzt, weil Sprachschwierigkeiten leichter überwunden werden, wenn sich der Sender beim Verfassen bzw. der Empfänger beim Entcodieren der Nachricht Zeit lassen kann. Die Fallunternehmen verfügen zwar alle über die technischen Voraussetzungen für Instant Messaging (Chat) oder Videokonferenz, sie werden jedoch noch nicht ausschöpfend genutzt. Letzteres ist in zwei von drei Unternehmen der Führungsebene vorbehalten.

Die Interviews ergaben ferner, dass einige Mitarbeiter die IKT-gestützte Kommunikation als befremdlich empfinden. Ein Zusammenhang konnte mit dem Alter der Nutzer festgestellt werden. Es bezog sich nicht auf die Nutzung bzw. Nichtnutzung an sich, sondern die Art der Nutzung wie zum Beispiel der Einsatz von Emoticons in Chats und Emails. Ähnliches gilt vor allem beim Verfassen einer Email über verschiedene Hierarchieebenen: Das Versenden von Emoticons an Vorgesetzte und Untergebene wird als unangemessen empfunden.

*D14: „Das stimmt vielleicht, dass ich meine Kommunikationsabsicht durch ein Smiley transparenter wäre, aber da käme ich mir albern vor das zu benutzen.“*

Weiter zeigte sich, dass die Auswahl der IKT im Sinne der *Social Presence Theory* Einfluss auf den *Kommunikationsstil* hat. Ein Fax oder eine Email wurde eher sachlich und aufgabenbezogen geführt. Die Interviewpartner nutzen hier den typisch formellen Stil der Schriftsprache: „bzgl. der Angelegenheit...“ oder „das Dokument anbei soll Ihnen als Anleitung dienen“. Zudem versuchten die Probanden, die Defizite der virtuellen Kommunikation durch eine deutlichere Sprache auszugleichen.

### 7.2 Virtuell-interkulturelle Kommunikation

Die virtuelle Kommunikation kann kaum noch getrennt von der interkulturellen Kommunikation betrachtet werden. Letztere bezog sich auf deutsch-indische bzw. deutsch-türkische Kommunikation.

Teammitglieder aus dem indischen oder türkischem Kulturkreiskommunizierten in den Fallstudiengegenüber dem deutschen deutlich mehr über nonverbale und paraverbale Kommunikationsbestandteile. Zusammenhänge bestehen auch im impliziten Kommunikationsstil zum direkten (hier: Deutschland) [4];[3]. Im virtuellen Raum kann der implizit gewohnt kommunizierende Sender keine non- und paraverbalen Bestandteile der Kommunikation nutzen und der Empfänger diese auch nicht wahrnehmen, was jedoch auch in der Face-to-face-Kommunikation herausfordernd blieb.

*D5: „In der geben die Wahrheit nur dann problemlos von sich, wenn sie positiv ist. Positiv für sie, für das Projekt oder auch für den Auftraggeber. (...) Aber negative Botschaften in einer Form, dass sie der Deutsche negativ in dem Umfang wahrnimmt, das klappt gar nicht, Also der geneigte indische Mitarbeiter kann nicht sagen, da ist jetzt irgendwas schief gegangen. Das kann der aus irgendeinem Grund nicht.“*

*D2: „Es muss schon lichterloh brennen bevor man aus Indien eine Alarmmeldung bekommt.“*

Eine weitere Besonderheit ist, dass Kulturkreise, die implizit kommunizieren in bestimmten Fällen Probleme im Projekt oder Verständnisprobleme nicht kommunizieren. Gründe hierfür können die hohe Serviceorientierung des Kulturkreises sein oder der Status des Vorgesetzten aufgrund einer hohen Machtdistanz [2].

*D2: „Wir waren der Kunde für [REDACTED] und demnach widersprach man uns nicht.“*

Ein Teilprojektmanager aus Unternehmen A war zeitweise in dem Glauben, dass der Arbeitsprozess nicht behindert sei und aufgrund der Distanz und der eingeschränkten Kontrollmöglichkeiten, bemerkte den Arbeitsstatus erst zu spät. Hierin zeigt sich ferner, dass gegenseitiges Vertrauen und eine Beziehungsebene, die für ein Teambuilding essentiell sind, nicht vorlagen und damit nicht stattgefunden hatten.

Neben der Überwindung kultureller Grenzen, werden auch zeitliche Unterschiede relevant. Die Fallunternehmen sind damit zwangsläufig angehalten über asynchrone Technologien zu kommunizieren, durch die es eine zeitliche verzögerte von Feedback gibt. Dies galt mehr für Unternehmen A und B, die mit Indien bei einer Zeitverschiebung von 3,5 Stunden umzugehen hatten als für die Zusammenarbeit mit der Türkei bei einer Zeitverschiebung von einer Stunde.

Die untersuchten Kulturen der Fallstudien unterscheiden sich durch eine höhere bzw. niedrigere Affinität zur Verwendung von IKT. Indische Teammitglieder hatten kaum Berührungängste im Umgang mit den IKT und scheuten keine Videokonferenz mit Bildübertragung, wo hingegen der deutsche Kulturkreis sich in der Liveschaltung eher unwohl fühlt. Restriktionen gab es jedoch in der Telekommunikation und Infrastruktur. Diese war in Deutschland besser als in Indien. Die Türkei konnte in beiden Fällen in der Mitte angesiedelt werden.

Die eher individualistisch geprägte deutsche Kultur äußerte sich im Kommunikationsverhalten dadurch, dass sie Distanz wahrt [4]. Die kollektivistisch geprägten Kulturen wie Indien und die Türkei sind fremden Menschen gegenüber offener und distanzloser [4]. Dies schlägt sich auch in der Verwendung mit der IKT nieder: Deutsche Projektmitglieder fühlten sich zum Teil gestört, wenn die Kommunikation über das Telefon verlief und nicht über den Schriftverkehr. Zum Beispiel wurden Telefonanrufe mit der Bitte abgewiesen, eine Email zu verfassen. Auf der anderen Seite folgten Deutsche aus ihrem kulturellen Verständnis heraus, er bzw. sie könne den Empfänger stören, in dem der Sender durch die Nutzung eines Telefons Distanz breche und nutzte daher eher eine IKT wie die Email. Indische und türkische Teammitglieder nutzen bevorzugt das persönliche Gespräch über Telefon.

*D4: „To deal with colleagues from India is very important to establish the communication channel. Germans should communicate as most as possible and talk with the colleague from India.“*

Anders herum ist es der Fall, wenn Kommunikation über verschiedene Hierarchieebenen verläuft. Aufgrund der hohen Machtdistanz [4];[2] der indischen und türkischen Teammitglieder nutzen diese vorzugsweise eine asynchrone IKT als eine synchrone, aus der Befürchtung heraus, den Vorgesetzten zu stören oder gar eine Hierarchie zu brechen.

## **8 Abschließende Betrachtung und weitere Forschungsschritte**

IKT bietet verteilten Teams virtuell über geographische, kulturelle und zeitliche Grenzen zu kommunizieren. Abhängig von IKT leidet das Teambuilding darunter, was sich in intransparenter Kommunikation und mangelndem Beziehungs- und Vertrauensaufbau zeigt. Erklärungshilfe dabei leisten die Theorien der Social Presence und der Media Richness, die zeigen, dass Kommunikation geschieht über verschiedene Kanäle, die jedoch bei der IKT-gestützten Kommunikation nur begrenzt zum Einsatz kommen können. Damit virtuelle Kontakte und Teambuilding sozial befriedigend ausfallen, ist die zielgerichtete, d.h. von der Kommunikation abhängige Auswahl der IKT von entscheidender Bedeutung. Je reichhaltiger die IKT (Media Richness) und so höher das Gefühl der Social Presence des Teammitglieds, desto eher stellt sich unter Teammitgliedern eine Beziehungs- und Vertrauensebene ein. Dieser Zusammenhang konnte vor allem im Fallunternehmen B und C festgestellt werden.

Teammitglieder müssen ihre Möglichkeiten zur transparenten Kommunikation ausschöpfen, was auch bedeutet, dass Unternehmen ihren Mitarbeitern Zugang zur IKT gewähren bzw. Arbeitsplätze mit modernsten IKT versehen. Zudem sind Besonderheiten der interkulturellen Kommunikation zu beachten.

Abschließend ist festzuhalten, dass sich aus den kommunikativen Herausforderungen ein spezifisches Anforderungsprofil für Teammitglieder und Unternehmen ergibt, die den Erfolg bzw. Misserfolg von Organisationen mitbestimmen.

## 9 Literatur

- [1] Coenenberg, A.G. (1966): Kommunikation in der Unternehmung. 1. Auflage. Wiesbaden.
- [2] Herrman, D., Hüneke, K., Rohrberg, A. (2006): Führung auf Distanz – Mit virtuellen Teams zum Erfolg. Wiesbaden.
- [3] Hofstede, G. (2006): Lokales Denken, globales Handeln: interkulturelle Zusammenarbeit und globales Management. 3. Auflage. München.
- [4] House, R.J. (2004): Culture, leadership, and organizations. The GLOBE study of 62 societies. Thousand Oaks, Californien.
- [5] Köhler, T. (2003): Das Selbst im Netz. Die Konstruktion sozialer Identität in der computervermittelten Kommunikation. 1. Auflage. Wiesbaden.
- [6] Köppel, P. (2007): Konflikte und Synergien in multikulturellen Teams. Virtuelle und face-to-face-Kooperation. 1. Auflage. Wiesbaden.
- [7] Lamnek, S. (2005): Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch. 4. Auflage. Weinheim und Basel.
- [8] Mehrabian, A. (1981). Silent messages: Implicit communication of emotions and attitudes. Belmont, CA: Wadsworth
- [9] Schäfers, B. (1998): Grundbegriffe der Soziologie. 5. Auflage. Opladen.
- [10] Schulz von Thun, F. (2007): Miteinander Reden. Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation. 45. Auflage. Hamburg.
- [11] Short, J.; Williams, E.; Christi, B. (1976): The Social Psychology of Telecommunications, New York Wiley.
- [12] Watzlawick, P; Beavin, J. Jackson D. (2011): Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien. 12. Auflage. Bern.
- [13] Watzlawik, P.; Beavin, J.H.; Jackson, D.D. (1996): Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien, 9. Auflage. Bern u.a.
- [14] Boos, M.; Jonas, K.J.; Sassenberg, K. (2000): Sozial- und organisationspsychologische Aspekte computervermittelter Kommunikation. In: Boos, M.; Jonas, K.J.; Sassenberg, K.: Computervermittelte Kommunikation in Organisationen. Göttingen u.a.
- [15] Brehm, M. (2003): Unternehmenskommunikation. In: Schanz, G.: Unternehmensführung. Handlungsfelder. Band III. Göttingen.
- [16] Herrmann, T. (2001): Kommunikation und Kooperation. In: Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompodium: Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten. Berlin u.a. Seite 167-173.
- [17] Pansegrau, P. (1997): Dialogizität und Degrammatikalisierung in E-mails. In: Weingarten, R.: Sprachwandeldurch Computer. Opladen. 167-173.
- [18] Walther, J.B. (2000): Die Beziehungsdynamik in virtuellen Teams. In: Boos, M; Jonas, K.J.; Sassenberg, K.: Computervermittelte Kommunikation in Organisationen. Internet und Psychologie. Band 3. Göttingen u.a.

- [19] Walther, J.B.(1992): Interpersonal Effects in Computer Mediated Interaction. *Communication Research* 19, S. 52-90.
- [20] Daft, R.L.; Lengel, R.H.; Trevino, L.K. (1987): Message equivocality, media selection, and manager performance: Implications for Information Systems. *MIS Quarterly* 11, S. 355-366.
- [21] Dennis, A.R.; Kinney, S.T. (1998): Testing Media Richness Theory in the New Media: The Effects of Cues, Feedback, and Task Equivocality. *Information Systems Research*. 9 (3): S. 256-274.
- [22] Griffith, T.L.; Neale, M.A. (2001): Information processing in traditional, hybrid, and virtual teams. From nascent knowledge to transactive memory. In: *Research in Organisational Behaviour*, 23, S. 379-421.
- [23] Hertel, G.; Geister, S.; Konradt, U. (2005): Managing virtual teams. A review of current empirical research, in: *Human Resource Management Review*, 15, 69-95.
- [24] Hertel, G.; Konradt, U.(2000): Führung virtueller Teams: Entwicklung eines Managementkonzepts auf der Basis sozialpsychologischer Modelle. In: *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hg.), Komplexe Arbeitssysteme-Herausforderungen für Analyse und Gestaltung*. Dortmund: GfA Press:S. 273-276.
- [25] Knapp, K., Knapp-Potthoff, A. (1990), Interkulturelle Kommunikation, in: *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung*, S. 62-93.
- [26] Remdisch, S.; Utsch, A. (2006): Führen auf Distanz. Neue Herausforderungen für Organisation und Management. In: *OrganisationsEntwicklung – Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Changemanagement*. Ausgabe 3/06, S. 32-43.
- [27] Mennecke, B.E., Triplett, J.L., Hassall, L.M., Conde, Z.J. (2010): Embodied Social Presence Theory. *HICSS 2010*. 1-10.
- [28] House, R., Javidan, M., Hanges, P., Dorfman, P.: Cultural Influences on Leadership and Organizations: Project GLOBE. o.O. o.J. In: URL: [http://leadership.wharton.upenn.edu/l\\_change/publications/House/Cultural%20House%20.doc](http://leadership.wharton.upenn.edu/l_change/publications/House/Cultural%20House%20.doc). Abgerufen am: 10.02.2009.
- [29] Köppel, S (o.J.): Kulturelle Diversität in virtuellen Teams. <http://www.synergyconsult.de/pdf/Kulturelle%20Diversitaet%20in%20virtuellen%20Teams.pdf>. Abgerufen am 29.05.2011.
- [30] Walther, J.B., & D'Addario, K. P. (2001). The Impacts of Emoticons on Message Interpretation in Computer-Mediated Communication. *Social Science Computer Review*, Vol. 19 No.3, Fall 2001, S. 324-347. <http://ssc.sagepub.com/cgi/reprint/19/3/324>. Abgerufen am 22.05.2011.

# **Digitale Netzwerke in unsicheren Umwelten**





# **Einfluss der Qualitätsermittlung kollaborativ erstellter Informationen auf die Gestaltung interorganisationaler Krisenmanagementsysteme**

**Désirée Christofzik, Christian Reuter**

Universität Siegen, Research School Business & Economics, 57076 Siegen,  
E-Mail: {desiree.christofzik|christian.reuter}@uni-siegen.de

## **Abstract**

In dieser Arbeit analysieren wir die Gesamtqualität kollaborativ erstellter Informationen als Aggregation der Qualität von Einzelinformationen indem wir die Angemessenheit verschiedener Funktionen in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung betrachten. Ziel ist die Herausstellung von Implikationen für das Design kollaborativer Systeme. Die Untersuchung findet am Beispiel des interorganisationalen Krisenmanagements statt. Nach einer Darstellung möglicher Aggregationsfunktionen zeigen wir auf Basis qualitativ-empirischer Untersuchungen exemplarische Anwendungsfälle aus dem interorganisationalen Krisenmanagement auf. Anhand dieser werden Implikationen für das Design und die Implementierung von Softwarekomponenten für die Vernetzung der beteiligten Akteure gezogen und gezeigt, dass die jeweilige Fragestellung hierbei von besonderer Bedeutung ist.

## **1 Einleitung**

Das Elektrizitätsnetz stellt eine der wichtigsten Versorgungsinfrastrukturen moderner Industriegesellschaften dar. Da Elektrizität für das tägliche Leben unabdingbar geworden ist, besteht eine starke Abhängigkeit der Bevölkerung von einer intakten Versorgungsinfrastruktur [3]. Typischerweise nehmen Bürger erst beim Ausfall der Stromversorgung die zugrunde liegende Infrastruktur wahr und werden sich erst dann bewusst, wie abhängig sie im Alltag von Strom sind [15]. Die Bewältigungsarbeit (der Umgang mit den Folgen oder Auslösern eines Stromausfalls) und die Wiederherstellungsarbeit (die Wiederherstellung der Infrastruktur) führen zu Herausforderungen für viele verschiedene Akteure, wie beispielsweise Wartungsmitarbeiter der Stromnetzbetreiber, Polizei, Feuerwehr und Behörden. Die organisationsübergreifende Zusammenarbeit dieser dezentralen Organisationen ist in solchen Szenarien notwendig.

Ein möglicher Ansatz zur Unterstützung der notwendigen Kooperation, zur Förderung der Zusammenarbeit und zur Verbesserung der Kommunikation sind Krisenmanagementsysteme [28]. Hierüber können akute Informationen während Krisen visualisiert, Kontaktinformationen recherchiert, Lageinformationen (wie Straßensperren, Stromausfallgebiete oder Ressourcenübersichten)

ausgetauscht und bürgergenerierte Inhalte für das Krisenmanagement nutzbar gemacht werden. Je nach Aufgabenbereich und Fragestellung muss in solchen Szenarien mit einer Vielzahl von Informationen unterschiedlicher Qualität umgegangen werden. Die Nützlichkeit eines solchen Ansatzes hängt von der Menge und Qualität des bereitgestellten Inhalts und damit den einzelnen Beiträgen der Organisationen ab, jedoch auch von der Verarbeitung dieser durch das Krisenmanagementsystem. Der Inhalt dieses Systems kann dabei als Ergebnis kollektiven Handelns im Sinne von Mancur Olson [18] gesehen werden: Die beteiligten Organisationen tragen freiwillig individuelle Informationen bei, woraus sich eine kollektive Gesamtinformation ergibt, die von allen beteiligten Akteuren genutzt werden kann. Doch wie ergibt sich diese Gesamtinformation und in welcher Abhängigkeit stehen die Einzelinformationen? Wie modelliert sich die Gesamtqualität aus den Qualitäten der Einzelbeiträge und welche Gestaltungsaspekte ergeben sich hieraus?

In dieser Arbeit beleuchten wir den *Produktionsprozess* gemeinschaftlich erstellter Informationen und zeigen mögliche Aggregationsfunktionen auf um darzustellen, wie sich der Nutzen des kollektiv erzeugten Inhalts abbilden lässt. Diese erläutern wir anhand von Anwendungsbeispielen aus dem Krisenmanagement. Darauf aufbauend zeigen wir Implikationen für die Ausgestaltung des Kooperationssystems auf, die sich durch die Charakterisierung der Aggregationsform des kollaborativ erzeugten Inhalts ergeben.

## 2 Charakterisierung eines interorganisationalen Kooperationssystems

Bei Betrachtung möglicher Anwendungsfälle fällt auf, dass sich die auftretenden Probleme der Zusammenarbeit abhängig vom Anwendungsfall stark unterscheiden können. Ausgehend von der Fragestellung lässt sich die unterschiedliche Bewertung des Nutzens einer Gesamtqualität durch die Annahme unterschiedlicher Aggregationsfunktionen erklären, so dass mithilfe dieser Rückschlüsse auf angemessene Anreizstrukturen gesetzt werden können.

Die im Krisen- und Katastrophenmanagement beteiligten Akteure sind eigenständige Organisationen, die aufgabenteilig arbeiten und grundsätzlich dezentral aufgestellt sind, jedoch insbesondere im Falle von Katastrophen gemeinsam agieren müssen. Der unterschiedliche Zugang zu Informationen kann dabei sowohl die Kommunikation zwischen den Organisationen stören als auch zu einer erschwerten und verzögerten Lösung des Problems führen [14][16]. Die Bündelung der Einzelinformationen mithilfe eines digitalen Netzwerks könnte damit ein Agieren im Fall einer Katastrophe erleichtern [4]. Stellen die einzelnen Organisationen Informationen für die anderen Mitglieder bereit, so handelt es sich um eine Investition in ein gemeinschaftlich erstelltes Gut, das im Katastrophenfall zu einer vereinfachten und schnelleren Verfügbarkeit der benötigten Informationen führt. Dabei haben die Informationen, die gemeinsam von allen Organisationen mithilfe des Kooperationssystems bereitgestellt werden, Eigenschaften eines *öffentlichen Gutes*, jedoch können Nicht-Mitglieder von der Nutzung ausgeschlossen werden. Steuert eine Organisation individuelle Informationen bei, so leistet sie freiwillige Beiträge zu einem öffentlichen Gut [1].<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ein aktives Beitragen von Informationen ist in diesem Kontext weitgehend freiwillig. Eine Verpflichtung staatlicher Organisationen wäre zwar denkbar, allerdings müsste das Beitragen evaluiert werden. Da in diesem Kontext die Qualität der individuellen Beiträge entscheidend ist, diese jedoch schwer zu quantifizieren ist, ist es fraglich, ob eine Verpflichtung sinnvoll wäre. Insbesondere bei Berücksichtigung einer möglichen Verdrängung intrinsischer Motivation erscheint eine solche Maßnahme nicht förderlich [10].

Wir werden uns im Folgenden nur auf dieses Bereitstellen von Informationen und damit den *Produktionsprozess* des kollektiv erstellten Guts beschränken. Das Beisteuern von Informationen ist damit einerseits mit Kosten für die Organisation verbunden, die durch den zeitlichen Aufwand des Einstellens von Beiträgen entstehen. Zum anderen können durch das Offenlegen der Informationen Hemmnisse entstehen, insbesondere wenn es sich um sensible Informationen handelt. Ferner besteht Unsicherheit über die Relevanz der Informationen bei zukünftigen Katastrophen, die sich insbesondere bei sehr spezifischen Informationen niederschlagen kann. Der Nutzen der Investition hängt aber im Wesentlichen auch von den Aktivitäten der anderen Organisationen ab. Trägt nur die eigene Organisation aktiv zum kollektiven Gut bei, wird der Nutzen geringer sein als bei einer breiteren Beteiligung der relevanten Kooperationspartner. Jedoch steigt die Qualität nicht unbedingt durch eine Ausweitung der Aktivitäten der Partner. Damit wird die aggregierte Qualität nicht in jedem Fall, wie traditionell in der volkswirtschaftlichen Literatur zu öffentlichen Gütern angenommen, durch ein simples Summieren der Einzelbeiträge darzustellen sein [21], sondern auch alternative Aggregationsfunktionen sind von praktischer Relevanz.

## 2.1 Informationsqualität

Um Anreize für das aktive Beitragen der Organisationen gezielt setzen zu können, ist die Identifizierung eines Verfahrens zur Ermittlung der Qualität der Gesamtinformation unabdingbar. Nur so kann analysiert werden, durch welche Maßnahmen das Kooperationssystem optimiert werden kann. Dafür ist einerseits entscheidend, wie die Qualität eines einzelnen Beitrags ermittelt werden kann, jedoch auch, welchen Nutzen die kollaborativ erstellte Gesamtinformation für das Netzwerk darstellt. Der Begriff der Informationsqualität ist nach [7] als „*Gesamtheit von Qualitätsattributen einer Information oder eines Informationsprozesses, die sich auf deren Eignung und Güte zur Erfüllung gegebener Erfordernisse bezieht*“ definiert. Für die Ermittlung der Informationsqualität existieren verschiedene Taxonomien. Beispielsweise erfasst das *Extended ISO Model* [29] die Informationsqualität über Charakteristika wie Funktionalität, Reliabilität, Effizienz, Gebrauchstauglichkeit, Wartbarkeit, Übertragbarkeit. Das *Informationsqualitätsmodell* [27] zieht Entscheidungsrelevanz, Inhalt, Zeit, Ort, Menge, Form und Wirtschaftlichkeit zurate. Das *Conceptual Framework of Data Quality* (Wang und Strong 1996) definiert eine hohe Datenqualität durch intrinsisch gute Daten, die angemessen für die Aufgabe (Kontext), klar dargestellt (Repräsentation) und zugänglich für den Datenkonsument sind. Die Qualität eines einzelnen Beitrags wird durch vielfältige Aspekte beeinflusst und Ansätze zur Ermittlung eines Qualitäts-scores wie beispielsweise von Friberg et al. [11], Bharosa et al. [2] oder Naumann und Rolker [17] deuten auf die Komplexität einer konsistenten Bewertung der Qualität einer Information hin. Doch die Qualität der einzelnen Informationen ist nur ein Bestandteil der Qualität des gemeinschaftlich erstellten Inhalts. Da eine Einzelinformation - unabhängig davon, wie deren Qualität gemessen oder ermittelt wird - mit dem Einstellen in die Plattform Teil einer Gesamtinformation wird, ist entscheidend, welche Produktionsfunktion einem kollektiv erstellten Gut zugrunde liegt und wie damit die Interdependenzen zwischen den Beitragenden dargestellt werden können. Um die institutionellen Strukturen zur Effizienzsteigerung anpassen zu können, ist die Identifizierung der Aggregationsform bei der Ausgestaltung der Anreizsysteme hilfreich [5].

## 2.2 Aggregationsfunktionen

Cornes und Sandler [5] und Cornes und Hartley [6] zeigen, dass sich unterschiedliche Aggregationsfunktionen durch die Betrachtung einer CES-Produktionsfunktion darstellen lassen, indem

die exogenen Parametern  $\alpha$  und  $v$  variiert werden. Betrachtet man  $i=1, \dots, n$  einzelne Organisationen, die jeweils eine Einzelinformation  $q_i$  beitragen, ergibt sich die Qualität der Gesamtinformationen  $Q$  durch folgenden Ausdruck:

$$Q = a \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i^v \right]^{\frac{1}{v}} \quad (1)$$

In dieser Arbeit unterscheiden wir fünf dieser Aggregationsfunktionen, mithilfe derer beschrieben werden kann, wie die Qualität individueller Beiträge in eine Gesamtqualität überführt wird. Zum einen die Summierung, bei der die einzelnen Beiträge und ihre Qualität ungewichtet addiert werden und so die Gesamtinformation ergeben. Zum anderen anlehnend an Hirshleifer [13] die recht extremen Fälle einer ‚best-shot‘ und einer ‚weakest-link‘ Technologie. Da diese Funktionen in ihrer Reinform selten empirisch relevant sein sollten, betrachten wir ferner die konvexen ‚weaker-link‘ Technologien, sowie die nicht-konvexen ‚better-shot‘ Technologien. Diese ergeben sich aus der allgemeinen CES-Funktion durch folgende Ausgestaltung der Parameter:

$\alpha$	$v$	Aggregationstechnologie
1	$-\infty$	‚weakest-link‘
1	$-\infty < v < 1$	‚weaker-link‘
$n$	1	Summierung
1	$1 < v < \infty$	‚better-shot‘
1	$\infty$	‚best-shot‘

**Tabelle 1: Übersicht möglicher Aggregationstechnologien**

Die Qualität der Plattform kann sich allein durch ein Summieren der einzelnen Beiträge ergeben, was in der Volkswirtschaftslehre als Standardansatz zur Darstellung öffentlicher Güter gilt [21]. Die Beiträge der einzelnen Akteure sind dabei kommutativ und es ist dadurch unerheblich, von wem ein individueller Beitrag geleistet wird. Diese Darstellung dürfte insbesondere beim Einpflegen von allgemeinen Informationen zutreffen, bei denen sich die Informationen der einzelnen Organisationen sachlich nicht unterscheiden oder auch bei der Erstellung von Schnittstellen und Prozessen zum Austausch organisationsbezogener Daten für Krisenzeiten. Die Qualität der Gesamtqualität ergibt sich dabei ungewichtet als Summe der Einzelqualitäten:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (2)$$

Besonders im Kontext des Katastrophenmanagements und bei Berücksichtigung der Notwendigkeit einer kooperativen Zusammenarbeit ist jedoch auch eine alternative Aggregationstechnologie denkbar, bei denen die schwächste Information einer Organisation das Gesamtergebnis beeinflusst (‚weakest-link‘). Eine kollektive Information ist in diesem Fall nur dann hilfreich, wenn Informationen aller Partner zur Verfügung stehen. Das Ausweiten der Aktivitäten einer Organisation erhöht nur dann die Qualität, wenn auch die anderen Organisationen in größerem Umfang zur Gesamtinformation beitragen. Vicary [24] stellt dar, dass in vielen Aspekten der Teamarbeit eine solche Aggregationstechnologie eine geeignete Darstellung ist. Wenn sich die Informationen

der einzelnen Organisationen unterscheiden oder aufeinander aufbauen und eine Zusammenarbeit zur Lösung einer Krise notwendig ist, scheint dies also eine angemessene Modellierung zu sein. Ist beispielsweise zur Wiederherstellung einer Infrastruktur die Mitarbeit aller beteiligten Organisationen nötig und die Informationen eines Akteurs liegt nicht vor, so erbringen alle anderen Beiträge in diesem Extremfall keinen Nutzen. Hirshleifer [13] zeigt anhand historischer Beispiele auf, dass im Fall von Katastrophen die Bedingungen für das Modellieren einer ‚weakest-link‘ Technologie zutreffend erscheinen. Der Produktionsprozess wäre dann durch eine Funktion gekennzeichnet, die sich durch das Minimum der einzelnen beigetragenen Informationen bestimmt:

$$Q = \min(q_1, \dots, q_i, \dots, q_n) \quad (3)$$

Eng damit verbunden, aber weniger exklusiv ist die Annahme einer konvexen ‚weaker-link‘ Funktion bei der die schwächsten Beiträge stärker die Gesamtqualität beeinflussen.

Eine dritte Aggregationsmöglichkeit ist eine ‚best-shot‘ Technologie, bei der sich die Qualität einzig durch den besten Einzelbeitrag bemisst. Diese Technologie dürfte insbesondere im Fall einer kollektiven Informationen vorliegen, die sich nicht durch das Zusammenspiel einzelner Akteure ergibt, sondern sich auf eine spezifische Information bezieht, die für alle Organisationen gleich bedeutend ist:

$$Q = \max(q_1, \dots, q_i, \dots, q_n) \quad (4)$$

Analog fließen bei Annahme einer konkaven ‚better-shot‘ Funktion Beiträge mit einer höheren Qualität stärker in die Gesamtqualität ein.

Im Vergleich zu der Standard-Summierungsformel zeigt Hirshleifer [13], dass die Unterbereitstellung des öffentlichen Guts im Fall einer ‚weakest-link‘ Formulierung gemindert wird. Sie verschärft sich bei Annahme einer ‚best-shot‘ Technologie. Dies wird deutlich bei Betrachten der Möglichkeiten eines Trittbrettfahrerverhaltens und des Einflusses der eigenen Handlungen auf das Gesamtergebnis. Unter einer ‚weakest-link‘ Technologie hat das Verweigern einer Bereitstellung erhebliche Auswirkungen auf die Qualität des Kollektivguts und es kann durch ein Enthalten kein Nutzen aus der Qualität gezogen werden. Bei einer ‚best-shot‘ Technologie ergibt sich der individuelle Nutzen bei einer Nicht-Beteiligung durch die beste Information einer anderen Organisation. Ein Akteur wird nur Informationen bereitstellen, wenn er einen höheren Nutzen aus der Teilung seiner eigenen Information erwarten kann als aus der bereits beigetragenen. Doch es ergeben sich aus der Identifizierung einer Technologie keine feststehenden Bereitstellungsschemata, sondern sie beeinflussen auch die Anforderungen an institutionelle Strukturen, die eine effizientere Bereitstellung fördern können [5].

### 3 Empirische Basis zur Identifizierung der Aggregationsform

Die Identifikation der Anwendungsszenarien und deren Zuordnung zu den Aggregationsformen basiert auf qualitativ-empirischen Untersuchungen im Anwendungsfeld des interorganisationalen Krisenmanagements. Die Untersuchungen wurden im Jahr 2010 und 2011 in zwei Landkreisen in NRW durchgeführt. Es waren jeweils verschiedene Akteure der Gefahrenabwehr von Feuerwehr, Polizei, Hilfsorganisationen und öffentlicher Verwaltung sowie Energienetzbetreiber beteiligt. Diese sind in Krisensituationen in einem Krisenstab der öffentlichen Verwaltung, einer Einsatzleitung der nicht-polizeilichen sowie einer Einsatzleitung der polizeilichen Gefahrenabwehr organisiert. Diese Stäbe sind typischerweise mit einem Vertreter anderer relevanter Organisationen besetzt, der für die Informationsübermittlung zuständig ist.

Im Rahmen der Datenermittlung wurden Dokumentenanalysen, Beobachtungen, teilstrukturierte Interviews und Gruppendiskussionen durchgeführt. Ziel der *Dokumentenanalyse* war es, einen Überblick über die Organisationen in Krisensituationen und deren Informationsaustausch zu erhalten. Es wurden 19 Dokumente, welche die Arbeit im Krisenmanagement darstellen (Gesetze, Erlässe, Verordnungen, Richtlinien, Lehrgangsunterlagen), analysiert. Die *Beobachtungendienste* dazu, Erkenntnisse über die praktische Arbeit im organisationsübergreifenden Krisenmanagement zu erhalten. Diese wurden in der Kreisleitstelle während eines normalen Arbeitstages (Beobachtungsdauer: neun Stunden), im Krisenstab und der Einsatzleitung einer Krisenkommunikationsübung (vier Stunden) und eines Großereignisses (sechs Stunden) durchgeführt. Die *Interviews* dienten der Erfassung der Arbeitspraxis, der Identifikation möglicher IT-Unterstützung im Krisenmanagement und interorganisationaler Informationsbedarfe. Es wurden 21 Interviews mit allen relevanten Akteuren im Krisenmanagement und einer durchschnittlichen Dauer von 1:30 Stunden durchgeführt. Die *Gruppendiskussionen* dienten dazu die kommunikative Praxis der organisationsübergreifenden Krisenkommunikation aufzufassen. Es wurden vier interorganisationale Gruppendiskussionen von einer Dauer von etwa vier Stunden mit leitenden Akteuren von Kreisverwaltung, Polizei, Feuerwehr und DRK durchgeführt. Ziel der empirischen Untersuchungen war es, Informations- und Kommunikationsprozesse zu analysieren, um Potentiale für die Optimierung des Informationsaustauschs mithilfe eines Kooperationssystems ermitteln zu können.

## 4 Implikationen verschiedener Aggregationsfunktionen

Betrachtet man die dargestellten Aggregationsmöglichkeiten, wird deutlich, dass sich dadurch unterschiedliche Implikationen für die Optimierung eines interorganisationalen Kommunikationssystems ergeben. In diesem Kapitel werden darum konkrete qualitativ-empirisch ermittelte Anwendungsszenarien aufgezeigt um die zugrundeliegenden Produktionsprozesse zu analysieren und basierend darauf Optimierungskriterien aufzuzeigen. Ein Orientieren an diesen Fällen soll mögliche Maßnahmen zur Optimierung der Informationsqualität beleuchten um spezifische Anforderungen an Informationssysteme abzuleiten und technische Lösungsansätze sowie konkrete Implikationen für die Gestaltung von Anwendungssystemen zuzuordnen.

### 4.1 Bewertung der Unwetterlage

*Szenario:* Ein Szenario, das wir beobachten konnten, ist die manuelle bzw. automatisierte Informationsbereitstellung in der Leitstelle bei Unwetterlagen. Bei der Arbeit in Einsatzleitung und Leitstelle wird eine große Anzahl an Informationen benötigt. Einige dieser Informationen sind über eigene Informationssysteme abrufbar, andere können auf Internetseiten Dritter recherchiert und eingesehen werden, weitere müssen manuell beim Anbieter erfragt werden oder erreichen die Einsatzleitung per E-Mail. Ein konkretes Beispiel ist der Umgang mit Unwetterlagen in der Leitstelle der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr. Bei Eingehen übereinstimmender Unwetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes, sowie zweier privater Wetterdienste wird die Lage vom Lagedienst in der Leitstelle bewertet. Hierzu werden neben „offiziellen“ Informationssystemen, wie dem Feuerwehr-Wetterinformationssystem, je nach diensthabendem Leitstellendisponent ergänzend auch beispielsweise Webcams in der Wetterrichtung, online abrufbare Pegelstände oder Wetterradare im Internet hinzugezogen. Generell werden auch im Verlauf des Einsatzes bis hin zur Großschadenslage eine Vielzahl externer Ressourcen im Internet genutzt, so dass die Übersichtlichkeit vor dem Rechner aufgrund einer Vielzahl offener Fenster als Defizit wahrgenommen wird.

*Aggregationsform:* Betrachtet man die empirischen Daten wird deutlich, dass zum einen durch die Vielzahl der Informationsquellen eine Selektion der angezeigten Inhalte notwendig ist, sofern redundante Informationen auftreten. Jedoch können Informationen aus zusätzlichen Quellen die Qualität der aggregierten Information auch im Fall redundanter Informationen erhöhen, da sie die Möglichkeit einer korrekten Einschätzung steigern und so die Qualität der einzelnen Informationen bestätigt werden kann. Ferner werden von mehreren Anbietern Einkünfte eingeholt, um zusätzliche Daten zu erhalten, die durch Betrachtung verschiedener Aspekte zu einer korrekten Einschätzung beitragen, wie beispielsweise Webcams oder die Pegelstände. Die Aggregationsform hängt damit nicht nur vom Szenario ab, sondern auch von der konkreten Fragestellung. Hier scheint die Aggregationsform der Summierung eine angemessene Modellierung zu sein, da die Beiträge kommutativ sind. Jedoch kann sich auch die ‚weaker-link‘ Technologie ergeben, wenn beispielsweise spezielle Daten nur von bestimmten Akteuren bereitgestellt und nicht durch andere Beiträge substituiert werden können, so dass fehlende Einzelinformationen stark die Gesamtqualität beeinflussen.

*Unterstützungsansatz:* Ein möglicher Ansatz zur Unterstützung des Dienststellenpersonals wäre ein System, welches Informationen aus verschiedenen Quellen und von verschiedenen Anbietern integriert bereitgestellt [28]. Hier wären vor allem ein automatischer Austausch von Straßensperren durch Polizei und Feuerwehr, von Stromausfallgebieten durch Energienetzbetreiber, von Wetterdaten durch den Deutschen Wetterdienst oder von Pegelständen durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW sinnvoll. Ziel ist es hierbei, bestehende Informationen zu bündeln, und einmalig einzubinden, anstatt diese manuell erfragen zu müssen. Da eine sinnvolle Nutzbarkeit der Gesamtinformation nur dann gegeben ist, wenn die Menge an Daten für den Nutzer überschaubar ist, müssen Mechanismen zur zielgruppen-, aufgaben- und ereignisgerechten Anzeige geschaffen werden. Sinnvoll erscheinen anpassbare Oberflächen [23], die auf Grundlage der Arbeitsaufgaben vom Nutzer gestaltet werden oder eine Auswahl von benutzerspezifischen Services, die durch die flexible Realisierung beispielsweise als *Serviceorientierte Architektur* (SOA) ermöglicht wird. Aus einem Repository von Services könnte der Benutzer die für ihn passenden Auswahl treffen und in seiner persönlichen Oberfläche zusammenstellen [8]. Bei einer Darstellung dieser Informationen auf einer Karte sollte es daher möglich sein, Informationen in Abhängigkeit von der jeweiligen Rolle, sowie von der tatsächlichen Lage ein- und auszublenden. So können auch mögliche Lücken sichtbar gemacht werden. Neben diesen manuellen Einstellungsmöglichkeiten der Nutzer sind auch Automatismen der Einblendung von Informationen auf Basis besonderer Vorkommnisse denkbar, wie beispielsweise die Anzeige von Webcams in der Himmelsrichtung, von der das Unwetter gemeldet ist.

#### **4.2 Personelle und technische Ressourcen in interorganisationalen Lagekarten**

*Szenario:* Im Krisenmanagement gibt es eine große Anzahl an technischen und personellen Ressourcen, die in unterschiedlichen Einsätzen zur Verwendung kommen. Gerade bei großen Einsätzen ist es üblich, dass in Abhängigkeit der eigenen Auslastung Amtshilfe geleistet wird und ein Ausgleich von Ressourcenengpässen anderer Organisationen angestrebt wird. Beispielsweise ist die Polizei aufgrund einer geringeren Anzahl von Personal auf die Durchführung von Absperrungen durch die Feuerwehr angewiesen. Eine Verwaltung freier Ressourcen ist unabdingbar und das Fehlen der Information eines Akteurs kann zu Fehlentscheidungen führen. Diese ist jedoch aufgrund rechtlicher Bestimmungen, der Nichtexistenz von GPS-Übermittlung der Fahrzeugstandorte sowie des Fehlens eines organisationsübergreifenden automatischen Abgleichs der Verfügbarkeiten manuell durchzuführen und teilweise mühsam.

*Aggregationsform:* Bei diesem Szenario wird die Qualität der Gesamtinformation stark vom aktiven Beitragen aller Akteure beeinflusst, da das Krisenmanagementsystem nur dann ein geeigneter Unterstützungsansatz ist, wenn es verlässliche Daten enthält. Wird eine Entscheidung aufgrund fehlender Informationen einzelner Akteure getroffen oder ist ein weiteres manuelles Einholen von Informationen notwendig, senkt dies die Nützlichkeit des Systems. Das vorliegende Szenario kann deswegen durch eine ‚weakest-link‘ oder ‚weaker-link‘ Technologie angemessen beschrieben werden.

*Unterstützungsansatz:* Ein Ansatz zur Unterstützung dieser Kooperation wäre die Schaffung eines zentralen Informationssystems zur Verwaltung freier Ressourcen im Krisenmanagement. Auch die Erstellung eines kollaborativen Lagebilds wäre denkbar. Der hier erforderliche Informationsaustausch sollte (halb-)automatisiert durch die einzelnen Organisationen durchgeführt werden, um den manuellen Aufwand zu reduzieren. Ein solches zentrales Informationssystem wäre dann sinnvoll, wenn dort auch tatsächlich und aktuell alle Ressourcen eingetragen wären, und es nicht notwendig wäre, bei einzelnen Organisationen im Bedarfsfall zusätzliche Informationen einholen zu müssen. Dies würde den Gesamtaufwand zur Informationsbeschaffung nicht reduzieren, da neben der Nutzung des Informationssystems eine manuelle Informationseinholung notwendig und das Lagebild nicht vollständig wäre. Es wird deutlich, dass in diesem Use-Case die Gesamtqualität der Information maßgeblich durch die schwächsten Einzelinformationen beeinflusst würde. Von besonderer Relevanz ist hier, eine *Awareness* [9] der Aktivitäten anderer Akteure zu ermöglichen und Informationslücken sichtbar zu machen. Eine Identifikation von Lücken sollte nicht nur durch ausgewählte Organisationen, sondern durch alle Beteiligten möglich sein.

#### 4.3 Bürgergenierte Informationen im Krisenmanagement

*Szenario:* Die Nutzung von durch Bürger in *Social Software* erzeugten Inhalten im Krisenmanagement ist eine weitere Möglichkeit zur Informationsbeschaffung. Social Software umfasst Anwendungen, die auf dem Internet aufsetzen und so Kontakt und Austausch zwischen mehreren Akteuren ermöglichen. In Krisen ist es damit möglich, Familien, Freunden und Bekannten, aber auch der Öffentlichkeit aktuelle Informationen zukommen zu lassen. Beispielhafte Krisen, bei denen Social Software genutzt wurde, sind das Loveparade-Unglück oder der Vulkanausbruch in Island im Jahr 2010 [19]. Es wurden vor allem *Facebook*, ein digitales soziales Netzwerk, *Twitter*, ein Dienst zum Publizieren von Kurz-Nachrichten von 140 Zeichen, die durch andere Internetnutzer auf Basis von Suchbegriffen angezeigt werden können, sowie das Videoportal *YouTube* und der Fotodienst *Flickr* verwendet. Betroffene stellten dort Informationen bereit, die von einer großen Anzahl von Personen gelesen wurden. In Abhängigkeit von der Reichweite der Krise kann so die Menge der bereitgestellten Nachrichten und Bilder schwer zu überblicken sein. Da diese Nachrichten durch Bürger bereitgestellt werden, liegen sowohl unterschiedliche Qualitäten als auch überlappende Informationen vor. Gerade bei geplanten Demonstrationen werden diese Informationen bereits jetzt von der Polizei ausgewertet, jedoch ist ein wahrgenommenes Defizit die Quantität, d.h. die Menge der Nachrichten, die durchsucht werden muss, sowie der Qualität, d.h. die Güte und der Informationsgehalt einzelner Nachrichten. In unserer empirischen Untersuchung wurde deutlich, dass maximal 5% der Nachrichten einen Beitrag zur Lagebeurteilung leisten können.

*Aggregationsform:* An diesem Beispiel wird deutlich, dass bei der Bereitstellung von Informationen für das Krisenmanagement durch Bürger weniger die Masse der Einträge einen Mehrwert



erzeugt, sondern die besten Einzelinformationen entscheidend sind. So werden beispielsweise nicht hundert Bilder des gleichen Brandes benötigt, sondern nur sehr wenige gute Aufnahmen aus verschiedenen Perspektiven. In diesem Fall wird die Gesamtqualität deswegen angemessen durch eine ‚best-shot‘ oder ‚better-shot‘ Technologie zu beschreiben sein.

*Unterstützungsansatz:* Ein möglicher Ansatz zur technischen Unterstützung des Leitstellenpersonals ist die Identifikation der ‚best-shots‘ über eine Bewertung der Einzelinformationen. Diese könnte automatisch, beispielsweise auf Basis von Meta-Daten, wie der Angabe des Ortes oder der Zeit, oder aber auf Basis von *Retweets* [22], wörtlich wiederholter Nachrichten von anderen Nutzern, die darauf schließen lassen, dass eine Information von besonderer Wichtigkeit ist, erfolgen. Manuelle Bewertungen durch Akteure des Krisenmanagements oder Bürger, die wie in *Wikipedia* auf Basis vieler Einzelinformationen eine kollektive Intelligenz (Gruppen- oder Schwarmintelligenz) bilden und eigenständig fehlerhafte Informationen berichtigen [25], sind hier auch sinnvoll. Im System sollten die qualitativ besten Informationen hervorgehoben angezeigt werden, um deren Nutzung zu ermöglichen. Neben den Bewertungsmechanismen ist ein weiterer Lösungsansatz, die Gestaltung einer Unterstützung für Bürger beim Übermitteln von relevanten Informationen. Das Fotografieren könnte beispielsweise durch eine spezielle Applikation des Mobiltelefons unterstützt werden, die zum einen Hilfestellung beim Aufnehmen der relevanten Informationen geben könnte und zum anderen sicherstellen könnte, dass alle relevanten Meta-Daten übermittelt werden. Auch könnte der Benutzer bereits einsehen, welche Ereignisse gemeldet wurden, um dies dann nicht nochmals zu melden oder nur zu bestätigen. Aufgrund häufig überlappender Informationen und unterschiedlicher Qualitäten wird deutlich, dass in einem solchen Use-Case nur die besten Informationen von Relevanz sind, und daher die Qualität nicht nur über die Menge an Nachrichten, sondern vor allem über deren Einzelqualitäten beeinflusst werden kann. Eine Bewertung und Auswahl der vorliegenden Beiträge kann dann die Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit fördern.

## 5 Fazit

In dem Beitrag wurde gezeigt, dass in Kooperationssystemen die zugrundeliegenden Produktionsfunktionen, nach denen die Einzelinformationen die Nützlichkeit und Qualität des kollaborativ erstellten Informationsartefakts beeinflussen, mit betrachtet werden sollten, um bereits in der Systemgestaltung angemessene Optimierungsanreize zu berücksichtigen.

Die Produktionsfunktionen sind in der Bewertung der Gesamtqualität in unterschiedlichen Anwendungsfeldern relevant. So ist es auch möglich, dass Informationen auf verschiedenen Ebenen, d.h. in verschiedenen Use-Cases oder in Bezug auf verschiedene Fragestellungen, mehreren Aggregationsformen zugeordnet werden können. Dabei stellen diese Aggregationsformen nur eine Beschreibung eines Zustands dar. Es kann identifiziert werden, welche Form die Realität am besten beschreibt um auf dieser Basis gestalterische Anforderungen für technische Lösungen ableiten. Es muss darum zunächst eine Problemstellung identifiziert werden um dann die Einzelinformationen zuordnen zu können. Dies kann beispielsweise durch eine Simulation möglicher Krisen geschehen [20], die dann Hinweise auf die Art und die Interdependenzen benötigter Informationen geben kann. Anhand der drei Beispiele wurde gezeigt, dass sich in Abhängigkeit von der Aggregationstechnologie vollkommen unterschiedliche Anforderungen an die Gestaltung von Informationssystemen für das Krisenmanagement ergeben.

- Ergibt sich die Qualität durch die ungewichtete Summe aller Einzelbeiträge, ist es aufgrund der Gleichwertigkeit entscheidend, die Informationen übersichtlich anzuordnen und die Selektion zu vereinfachen, indem eine zielgruppen-, aufgaben- und ereignisgerechte Anzeige möglich ist.
- Wird die Gesamtqualität vor allem durch die schwächsten Einzelinformationen beeinflusst, wie im Falle einer ‚weakest-link‘ oder ‚weaker-link‘ Technologie, müssen Lücken sichtbar gemacht und fehlende Informationen gezielt eingefordert werden. Auch die Schaffung von Anreizen zur vollständigen Informationsbereitstellung ist dann förderlich.
- Bei einer ‚best-shot‘ oder ‚better-shot‘ Aggregationsfunktion sind hingegen besonders die qualitativ besten Beiträge entscheidend. Eingehende Informationen müssen deswegen klassifiziert und bewertet werden. Auch ein einfaches Selektieren der besten Einzelinformation ist dann von Bedeutung.

Eine Ermittlung der Zusammenhänge von Einzelinformationen zu Informationsaggregaten scheint daher ein sinnvoller Ansatz zur Erweiterung der Anforderungsanalyse in jeder Art von Informations- und Kooperationssystemen zu sein, um Mechanismen zur Erhöhung der Informationsqualität abhängig vom Anwendungsfall implementieren zu können. Hierbei geht es weniger um tatsächliche Berechnungen der Informationsqualität, sondern um das Identifizieren von Zusammenhängen, um damit angemessene Anreize zu implementieren. Es ist von besonderer Wichtigkeit, das Anwendungsfeld tief zu untersuchen, um basierend auf einer Einschätzung der vorliegenden Aggregationsfunktion und abhängig vom Anwendungsszenario angemessene Maßnahmen in der Gestaltung des Kooperationssystems umsetzen zu können.

## 6 Literatur

- [1] Bergstrom, T; Blume, L; Varian, H (1986): On the private provision of public goods. *Journal of Public Economics* 29:25-49.
- [2] Bharosa, N; Van Zanten, B; Zuurmond, A; Appelman, J (2009): Identifying and confirming information and system quality requirements for multi-agency disaster management. In: *Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference*, Lisbon.
- [3] Birkmann, J; Bach, C; Guhl, S; Witting, M; Welle, T; Schmude, M (2010): State of the Art der Forschung zu kritischen Infrastrukturen am Beispiel Strom/Stromausfall. Schriftenreihe Sicherheit. <http://www.sicherheit-forschung.de/schriftenreihe>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [4] Bunker, D (2010): Information Systems Management (ISM): Repertoires of Collaboration for Community Warning (CW) and Emergency Incident Response (EIR). In: *IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security (HST)*, Waltham.
- [5] Cornes, R; Sandler, T (1996): The theory of externalities, public goods, and club goods. 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge.
- [6] Cornes, R; Hartley, R (2007): Weak links, good shots and other public good games: Building on BBV. *Journal of Public Economics* 91(9):1684-1707.
- [7] DIN 55350-11 (2004): Begriffe zu Qualitätsmanagement und Statistik - Teil 11. Beuth Verlag, Berlin.
- [8] Dörner, C; Draxler, S; Pipek, V; Wulf, V (2009): End users at the bazaar: Designing next-generation enterprise-resource-planning Systems. *IEEE Software* 26(5):45-51.
- [9] Dourish, P; Bellotti, V (1992): Awareness and coordination in shared workspaces. In: *Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, New York.
- [10] Frey, BS; Jegen, R (2001): Motivational interactions: effects on behavior. *Annales d'Economie et de Statistique* 63-64:131-154.
- [11] Friberg, T; Prödel, S; Koch, R (2011): Information quality criteria and their importance for experts in crisis situations. In: *Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference*, Lisbon.
- [12] Hardin, R (1982): *Collective Action*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- [13] Hirshleifer, J (1983): From weakest-link to best-shot: The voluntary provision of public goods. *Public Choice* 41(3):371-386.
- [14] Kapucu, N (2006): Interagency communication networks during emergencies: Boundary spanners in multi-agency coordination. *The American Review of Public Administration* 36(2):207-225.
- [15] Lorenz, DF (2010): Kritische Infrastrukturen aus Sicht der Bevölkerung. Schriftenreihe Sicherheit. <http://www.sicherheit-forschung.de/schriftenreihe>. Abgerufen am 22.12.2011.
- [16] Lundberg, J; Asplund M (2011): Communication problems in crisis response. In: *Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference*, Lisbon.

- [17] Naumann, F; Rolker, C (2000): Assessment methods for information quality criteria. In: *Proceedings of the International Conference on Information Quality (IQ)*, Cambridge.
- [18] Olson, M (1965): The logic of collective action. Harvard University Press, Cambridge.
- [19] Reuter, C; Marx, A; Pipek, V (2011): Disaster 2.0: Einbeziehung von Bürgern in das Krisenmanagement. In: Eibl, M. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2011*. Oldenbourg-Verlag, München.
- [20] Reuter, C; Pipek, V (2009): Krisenkommunikation trainieren - Ein webgestützter Ansatz. In: Wandke, H; Kain, S; Struve, D (Hrsg.), *Mensch & Computer 2009*. Oldenbourg-Verlag, München.
- [21] Samuelson, PA (1954): The pure theory of public expenditure. *Review of Economics and Statistics* 36(4):387-389.
- [22] Starbird, K; Stamberger, J (2010): Tweak the Tweet: Leveraging microblogging proliferation with a prescriptive syntax to support citizen reporting. In: *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International ISCRAM Conference*, Seattle.
- [23] Teege, G; Stiemerling, O; Wulf, V (2001): Anpassbarkeit. In: Schwabe, G; Streitz, N; Unland, R (Hrsg.), *CSCW-Kompendium*. Springer, Berlin.
- [24] Vicary, S (1990): Transfers and the weakest-link: An extension of Hirshleifer's Analysis. *Journal of Public Economics* 43:375-394.
- [25] Vieweg, S; Palen, L; Liu, SB; Hughes, AL; Sutton, J (2008): Collective Intelligence in Disaster: Examination of the phenomenon in the aftermath of the 2007 Virginia Tech Shooting. In: Friedrich, F; Van de Walle, B (Hrsg.), *Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference*. Washington D.C.
- [26] Wang, R; Strong, D (1996): Beyond Accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems* 12(4):5-33.
- [27] Wolf, P (1999): Konzept eines TQM-basierten Regelkreismodells für ein „Information Quality Management“ (IQM). Verlag Praxiswissen, Dortmund.
- [28] Wiedenhöfer, T; Reuter, C; Ley, B; Pipek, V (2011): Inter-organizational crisis management infrastructures for electrical power breakdowns. In: *Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference*. Lisbon.
- [29] Zeist, RHJ; Hendriks, PRH (1996): Specifying software quality with the extended ISO model. *Software Quality Journal* 5(4):273-284.

# **Erhöhung der Sicherheit von Lebensmittel-warenketten durch Modell-getriebene Prozess-Implementierung**

**Jens Gulden, Thomas Barth, Dogan Kesdogan, Fatih Karatas<sup>1</sup>**

Lehrstuhl für IT-Sicherheitsmanagement, Universität Siegen, Hölderlinstr. 3, 57076 Siegen  
{gulden|barth|kesdogan|karatas}@wiwi.uni-siegen.de

## **Abstract**

Organisationsübergreifende Geschäftsprozesse, wie sie beispielsweise im Rahmen von Lebensmittelwarenketten auftreten, stellen besondere Anforderungen an IT-Lösungen für den Entwurf, die Ausführung und die Nutzungskontrolle der Prozesse. Ein Ansatz besteht darin, Aktivitäten entlang der Warenkette mittels Geschäftsprozessmodellen (business process models, BPMs) zu beschreiben und dabei um Informationen über Sicherheitsanforderungen konzeptionell anzureichern. Diese Modelle können genutzt werden, um eine nach Maßgabe der annotierten Sicherheitsanforderungen implementierte Dokumentation und Nutzungskontrolle transparent und vertrauenswürdig zu realisieren. Wir präsentieren einen Ansatz, der mittels Modelltransformationen eine formale Beziehung zwischen sicherheitsannotierten BPMs und ausführbaren, sicheren Workflows beschreibt.

## **1 IT zur Sicherung von Lebensmittelwarenketten**

Im Lauf der Industrialisierung der Nahrungsmittelproduktion ist der Lebensmittelsektor zu einem komplexen, hochgradig dynamischen und wechselseitig verflochtenen Marktsektor geworden. Die Folge ist, dass ablaufende organisationsübergreifende Prozesse gegenwärtig nur schwer kontrolliert und auf unvorhergesehene Einflüsse hin überprüft werden können, wodurch die Prozesse anfällig für Störungen sind. Durch die unüberschaubare Landschaft von unterschiedlichen Marktteilnehmern besteht außerdem ein gesteigertes Risiko intendierter schadhafter Einflüsse auf die Marktprozesse und Lebensmittellieferketten.

Sicherheit auf der Ebene von Warenlieferketten ist mit der „traditionellen“ Sicht der Konzepte und Werkzeuge der IT-Sicherheit nicht effizient zu erreichen, da diese Sicht weitgehend auf die isolierte Sicherung einzelner Systeme beschränkt ist. Da aktuelle Szenarien – zum Beispiel im Bereich Unternehmens-übergreifender Lieferketten und der dazugehörenden

---

<sup>1</sup> Die in diesem Artikel vorgestellten Forschungsarbeiten wurden in Teilen gefördert durch das Projekt ReSCUe-IT (Robustes und vErfügbares SCM-UntErstützende IT-Plattform), BMBF- Förderkennzeichen 13N10964.

Geschäftsprozesse – dieser Sichtweise nicht entsprechen, besteht eine Lücke zwischen den Konzepten und Werkzeugen zur Sicherung einzelner Systeme und der ablaufenden Geschäftsprozesse [9].

Entgegen traditionellen Fragestellungen der IT-Sicherheit, bei denen die Absicherung einzelner, isolierter Systeme im Vordergrund steht, stellen sich bei der Konzipierung von Sicherheit bei organisationsübergreifenden Geschäftsprozessen neue, bisher wenig bearbeitete Fragen. Beispielsweise sind Geschäftsprozesse, die mehrere Supply Chain Partner betreffen, unweigerlich mit dem Problem konfrontiert, dass auf Geschäftsdaten durch Partner zugegriffen werden muss. In diesem Zusammenhang ist es erforderlich, den Zugriff und die Nutzung von z. T. sensiblen Geschäftsdaten durch Partner zu kontrollieren. Während klassische Zugriffskontrollen lediglich regeln, wer auf welches Datum zugreifen darf, spezifizieren Nutzungskontrollen zusätzlich, welche Aktionen mit den zugegriffenen Daten durchgeführt werden dürfen. Diese Regeln können vor, während oder nach der Ausführung der Aktionen überprüft werden [9]. Die Durchsetzung von Nutzungsregeln sowie das Aufspüren von Verstößen stellen große Herausforderungen im Supply Chain Management dar.

Zum Umgang mit Sicherheitsanforderungen in verteilten Szenarien ist es erforderlich, eine Perspektive auf das Gesamtsystem einnehmen zu können. Konzeptionell erfolgt dies durch die Modellierung organisationsübergreifender Prozesse. Eine übergreifende Perspektive ist außerdem notwendig, um nach Störungen und Angriffen die Funktionsfähigkeit der Warenketten wiederherzustellen, aufgetretene Probleme zu lokalisieren und vorbereitete Kompensationsmaßnahmen einzuleiten. Es gilt, je offener und globaler die Sicht auf den Zustand der Waren und Prozesse ist, desto schneller und effektiver kann auf Störungen und Angriffe reagiert werden. Diese Anforderung der allgemeinen Verfügbarkeit und Integrität steht jedoch im Widerspruch zu den Vertraulichkeits- und Schutzbedürfnissen der einzelnen beteiligten Unternehmen. Diese möchten ihre Geschäftsgeheimnisse (z. B. aktuelle Auftragslage, sensible Kunden- und Zuliefererdaten) durch solch eine Überwachung nicht gefährden. Die technische Realisierung einer übergreifenden Lieferketten-Überwachung muss daher soweit als möglich so gestaltet werden, dass die Unternehmen entlang der Warenkette die Sicherheit und den Schutz ihrer Interessen selbst überprüfen können. Diese Kontrollmöglichkeit wird insgesamt die Transparenz erhöhen und das „vertrauen müssen“ minimieren. In der Literatur ist dieser Ansatz unter dem Stichwort „Mehrseitige Sicherheit“ bekannt [11] [13].

Die Umsetzung mehrseitig sicherer organisationsübergreifender Prozesse stellt eine anspruchsvolle Managementaufgabe dar, die ein umfangreiches Maß an organisatorischer Governance und Konsensbildung unter den beteiligten Geschäftspartnern erfordert. Eine technische Unterstützung dieser Aufgaben kann durch die Überführung konzeptionell spezifizierter Sicherheitsanforderungen in automatisierte Kontrollsysteme geleistet werden. Daraus ergibt sich die Forschungsfrage, wie ein Verfahren zu konstruieren ist, das die Spezifikation mehrseitiger Sicherheitsanforderungen aus einer organisationsübergreifenden Perspektive sicher, vertrauenswürdig und von allen Beteiligten akzeptiert in Software-gestützte Kontroll- und Monitorsysteme überführt.

In diesem Beitrag wird ein Ansatz vorgestellt, der die Sicherung von Geschäftsprozessen in einer umfassenden – ausgehend von annotierten Prozessmodellen bis hin zu ausführbarem Code – und transparenten, im Sinne von nachvollziehbaren und zertifizierbaren, Art

unterstützt. Dies wird durch einen Modell-getriebenen Ansatz geleistet, in dem durch Transformationen eine Folge von Modellen stufenweise konkretisiert und mit Teilprozessen oder Prozessschritten erweitert werden, um eine ablauffähige sichere Umsetzung des Gesamtprozesses zu erreichen. Demonstriert wird dieser Ansatz und der aktuelle Stand der Implementierung anhand eines Szenarios aus dem Bereich der Lebensmittel-Zulieferkette, in dem der Aspekt Sicherheit der Lebensmittel und der Aspekt der IT-Sicherheit miteinander verwoben sind.

## 2 Verwandte Forschungsarbeiten

Die vorgestellte Entwicklungsmethode zur Erreichung eines sicheren Systems entlehnt einige grundlegende Konzepte und Vorgehensweisen aus Ansätzen der modellgetriebenen Softwareentwicklung. Eine Verwandtschaft mit dem Model-Driven-Architecture (MDA, [17]) Ansatz besteht darin, dass das Vorgehen explizit zwischen unterschiedlichen Abstraktionsebenen der konzeptionellen Modellierung und damit verbundenen Anforderungsspezifikationen, sowie technischer Modellierung und Darstellung von Implementierungsdetails differenziert.

Mit Ansätzen zur domänenspezifischen Softwareentwicklung (domain specific software engineering, DSSE [3]) teilt der vorgestellte Ansatz die Verwendung einer domänenspezifischen Modellierungssprache mit spezialisierten Sprachkonzepten zum Ausdrücken von Sicherheitsanforderungen. Auf die Erstellung von Meta-Modellen zur Deklaration der verwendeten Modellierungssprachen wird in der vorgeschlagenen Methode wie bei DSSE zurückgegriffen.

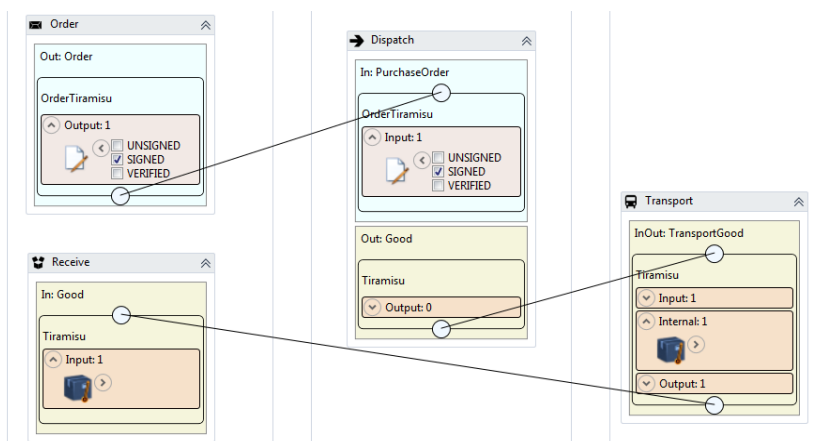
Der Ansatz der Integration von Geschäftsprozessen und Ereignissen in der Zulieferkette ist ebenfalls in den Konzepten des Supply Chain Event Management (SCEM) zu finden (siehe z. B. [10] [12]). Software-technisch ist dabei eine – im Falle von [12] auch Service-orientierte – Integrationsplattform für Geschäftsprozesse als Basis vorgesehen. Konkrete technische Implementierungen sind allerdings nicht dokumentiert. Auch wird bei den bisherigen SCEM-Konzepten das Ereignis als 'typisches' Ereignis in der Lieferkette interpretiert, also zum Beispiel das Ereignis des Unterschreitens eines Mindestlagerbestands oder das Ausbleiben einer Lieferung zum geplanten Zeitpunkt. Im hier präsentierten, stärker Sicherheits-orientierten Konzept ist der Begriff des Ereignisses auch auf den Zusammenhang zu einem Risiko für Güter in der Zulieferkette bezogen.

Das Thema SOA Security ist ebenso wie SOA selbst zunächst ein Konzept, welches innerhalb eines Projekts anhand von Sicherheitsanforderungen konkretisiert werden muss [2]. Aufgrund dessen existieren zwar Leitfäden wie beispielsweise das SOA-Security-Kompendium des BSI [16], die darin enthaltenen Vorschläge müssen jedoch für den Einzelfall angepasst werden. Auf der anderen Seite existiert eine Reihe von Standards, mit denen Einzelaspekte von Sicherheitskonzepten abgedeckt werden (z. B. die WS-Standards des W3C [1]). Diese sind ebenso wie die erwähnten Leitfäden im Rahmen eines konkreten SOA Projekts mithilfe von Tools zu einem Sicherheitskonzept zusammenzufügen.

### 3 Ein Beispiel zur Sicherung einer Lebensmittelwarenkette

Das folgende Szenario präsentiert ein Beispiel für eine modellierte Lebensmittelwarenkette mit mehreren verteilt agierenden Geschäftspartnern: ein Lebensmittelhändler platziert eine Bestellung über eine Menge von Tiramisu Frischei-Desserts bei einem Lebensmittel-Produktionsbetrieb. Dieser bestätigt die Bestellung, produziert das bestellte Gut, und beauftragt einen Logistikdienstleister mit dem Transport zum Besteller. Nach erfolgter Lieferung bestätigt der Besteller den Erhalt der Ware beim Produzenten, und der Prozess der modellierten Lebensmittelwarenkette ist beendet.

In einer konzeptionellen Modellsicht stellt sich diese Lebensmittelwarenkette wie in Bild 1 gezeigt dar. Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt eines mit einer domänenspezifischen Modellierungssprache erstellten Lieferkettenmodells [14]. Es handelt sich um ein Geschäftsprozessmodell auf hoher Aggregationsebene. Dargestellt sind drei beteiligte Geschäftspartner als vertikale Swimlanes, darin die von ihnen durchgeführten Aktivitäten als rechteckige Elemente, innerhalb derer Informationsressourcen wie das Bestelldokument (im Beispiel „OrderTiramisu“), oder das zu transportierende physische Gut („Tiramisu“) erscheinen. Die Modellierungssprache enthält domänenspezifische Konstrukte, die es erlauben, Sicherheitsanforderungen auf Ebene des Lieferkettenmodells konzeptionell zu spezifizieren. Die Sicherheitsanforderung an die Verwendung signierter elektronischer Dokumente wird im Beispiel durch das Symbol eines Stifts auf Papier in den Prozessschritten Bestellen („Order“) und Bearbeiten der Bestellung („Dispatch“) dargestellt. Zum anderen enthält das Beispielmmodell in den Prozessschritten „Transport“ und „Receive“ das Symbol eines Thermometers vor einem Transportcontainer als Indikator der Spezifikation einer einzuhaltenden Kühltemperatur während des Transports.

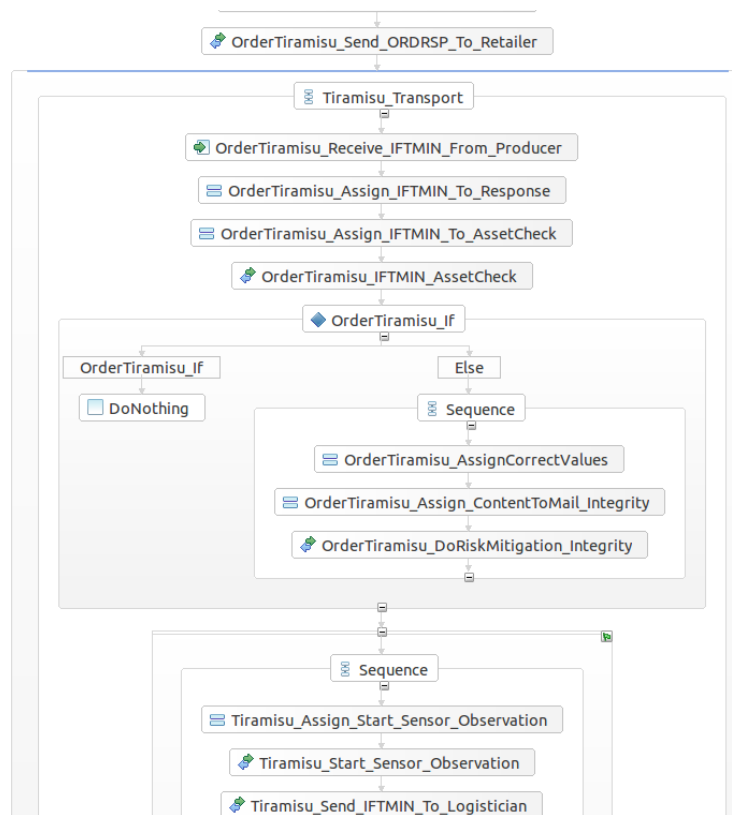


**Bild 1:** Ausschnitt eines Lieferkettenmodells in einer mit Sicherheitsattributen angereicherten domänenspezifischen Modellierungssprache

Ausgehend von diesem Modell soll eine dezentrale Plattform realisiert werden, die die Abläufe entlang der modellierten Lieferkette einer sicheren, transparenten Nutzungskontrolle unterzieht. Die Plattform steuert den Nachrichtenaustausch der beteiligten Geschäftspartnerspartner über abgesicherte Verbindungen, wobei zwischen dem Empfangen einer Nachricht und ihrem Weiterreichen unterschiedliche Dokumentations- und Sicherheitsfunktionen entsprechend den spezifizierten Sicherheitsanforderungen im konzeptionellen Lieferkettenmodell aufgerufen werden. Diese Aufgaben der Plattform werden mit der



Workflow-Sprache BPEL [8] [18] realisiert. Bild 2 zeigt einen Ausschnitt der grafischen Visualisierung eines BPEL Prozesses, der durch das vorgestellte Verfahren aus dem obigen Lieferkettenmodell generierten wurde.



**Bild 2:** Ausschnitt eines aus dem Lieferkettenmodell generierten BPEL Prozesses

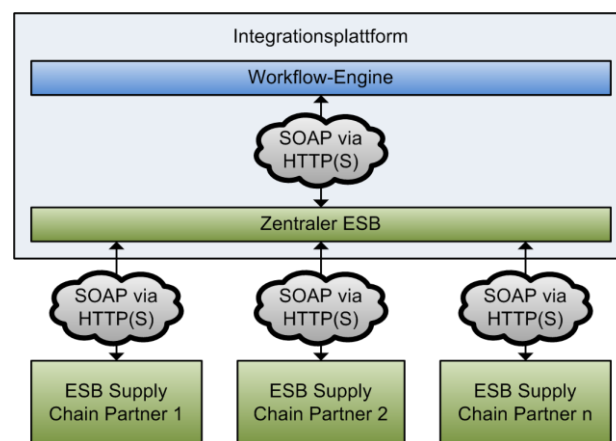
## 4 Vorgehen

Ziel des Projekts ReSCUe-IT (<http://www.sichere-warenketten.de/>) ist die Sicherung von Lebensmittelwarenketten gegen beabsichtigte oder unbeabsichtigte Beeinträchtigungen, d. h. gegen gezielte Anschläge oder Naturkatastrophen. Dies soll entlang der gesamten Zulieferkette „from farm to fork“ gelten, also zwischen Herstellung über Transport und Handel bis zum Endkunden. Im Rahmen des Projekts wurden dazu Szenarien identifiziert, in denen eine sichere Softwareumgebung für die Geschäftsprozesse auch die Sicherheit der Güter entlang der Zulieferkette erhöhen kann. Eine 100%-ige Sicherheit der Güter ist allerdings weder durch physische Maßnahmen noch durch IT-gestütztes Vorgehen zu gewährleisten.

Beispielhaft zeigt ein Szenario „Kontamination im Transport“ auf, wie die physische Sicherheit von Lebensmitteln durch Prozess-Governance mit passender Softwareunterstützung gesteigert werden kann: Durch verschlüsselte Übertragung signierter Dokumente (z. B. des Lieferscheins) kann die Integrität der Daten einer Lieferung und die Identität der Absender sichergestellt werden. Eine Manipulation von Produkten bzw. die Verschleierung der Manipulation auf der Basis eines gefälschten Gewichts, einer falschen Anzahl o. ä. kann somit verhindert werden. Durch nicht beobachtbare Kommunikation von Dokumenten entlang der Lieferkette können fundamentale Informationen über Kunde-Lieferant-Beziehungen vor einem möglichen Angreifer (auf die physischen Produkte und/oder die

IT-Infrastruktur der Partner in der Zulieferkette) geheim gehalten werden. Mit Hilfe von an den Transportbehältern der Güter angebrachten Sensoren (z. B. für Licht, Temperatur, Beschleunigung, Luftgüte) ist es möglich, auch während des Transports eine Überwachung des Zustands der Güter zu realisieren. Beispielsweise können bei einzuhaltenden Temperaturgrenzen (z. B. bei Tiefkühlprodukten) Sensoren so konfiguriert werden, dass bei Über-/Unterschreitung automatisch Nachrichten verschickt werden. Über Verfahren des Complex Event Processing (CEP, [4]) können Muster von Ereignissen erkannt und verarbeitet werden, die Messwerte unterschiedlicher Sensoren kombinieren. Auf diese Weise kann zum Beispiel auf ein Kontaminationsrisiko geschlossen werden, das als Abfolge eines steigenden Lichtwerts mit ansteigender Temperatur (möglicherweise durch ein Öffnen des Transportbehälters) und anschließend gemessener Erschütterung des Transportbehälters aufgefasst wird. Die Einbindung solcher Ereignismeldungen in einen übergreifenden Kontrollprozess wird in Abschnitt 5 prototypisch vorgestellt.

Technisch wird die sichere Kommunikationsplattform durch Enterprise Service Bus (ESB)-Implementierungen realisiert. Diese übernehmen sowohl auf der Seite der einzelnen Partner der Zulieferkette als auch auf der Seite der Plattform die Anbindung bestehender IT-Infrastrukturkomponenten mittels abgesicherter Nachrichtenübermittlung. In Bild 3 ist diese Architektur schematisch dargestellt.



**Bild 3: Verteilte Architektur der sicheren Kommunikationsplattform**

Wie bereits erwähnt, ist die isolierte Betrachtung der Sicherheit einzelner Systeme zur Sicherung eines organisationsübergreifenden Geschäftsprozesses unzureichend. So können beispielsweise auch bei verschlüsselter und digital signierter Übertragung Rückschlüsse auf konkrete Kommunikationspartner gezogen werden, indem Informationen über mehrere Prozessschritte gesammelt und verkettet werden („linkability“ [19]). Die Sicherheit von Daten in diesen Szenarien erfordert also ein systematisches Vorgehen von der Ebene der modellierten Prozesse bis zur Umsetzung der notwendigen technischen Komponenten (Anwendungen, Diensten etc.). Das Vorgehen sollte dabei folgende Komponenten einbeziehen:

1. Die Spezifikation der Sicherheitsanforderungen auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen
2. Die Semantik der Sicherheitsanforderungen
3. Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Umsetzung
4. Effiziente Werkzeuge zur Spezifikation, Realisierung, Durchsetzung und Überwachung

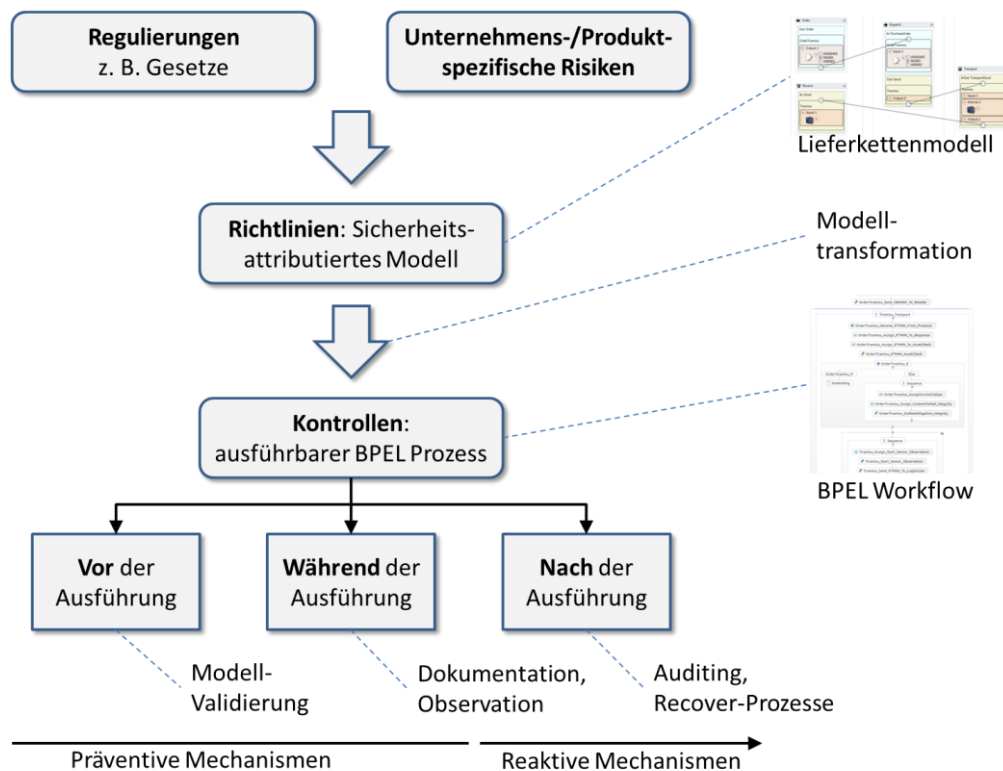
Zur Umsetzung sicherer Geschäftsprozesse kann eine Vielzahl unterschiedlicher Konzepte (z. B. Verschlüsselung zur Integritätssicherung, Signieren zur Identitätswahrung, Anonymisierung zur Verschleierung der Identität) und entsprechender Werkzeuge herangezogen werden. Die vollständige Beschreibung aller notwendigen Komponenten ist zu komplex, um sie in einem Schritt leisten zu können, insbesondere dann, wenn auf der Ebene der Geschäftsprozessmodelle die eigentliche Domäne mit Fokus auf die Aktivitäten entlang der Zulieferkette im Mittelpunkt steht. Da eine zu komplexe Beschreibung der Sicherheit zu mehr Fehlern in der Spezifikation und damit zu unsicheren Prozessen führt, ist eine Reduktion der Komplexität durch unterschiedliche Abstraktionsstufen (siehe 1) ein Beitrag zur Sicherheit.

Die Angabe von Sicherheitsanforderungen auf einer (im Sinne von 1) höheren Abstraktionsstufe erfordert eine klare Semantik dieser Anforderungen, um eine Modell-getriebene Abbildung auf eine technische Umsetzung zu ermöglichen (siehe 2). Prinzipiell ist dieses Vorgehen bei jeder Realisierung einer nicht-funktionalen Anforderung (welche Sicherheit aus Software-technischer Sicht ist) durch Umsetzung in funktionale Anforderungen notwendig [7].

Vertrauen in eine weitgehend automatisierte Abbildung von abstrakten Sicherheitsanforderungen auf lauffähige Komponenten kann nicht per se vorausgesetzt werden und ist als kritisch für die Akzeptanz des Ansatzes zu sehen. Eine nicht akzeptierte und daher nicht angewendete sichere Lösung kann auch nicht zu sicheren Prozessen führen. Ebenfalls ist eine Zertifizierung als Ausweis der Sicherheit einer Lösung nur denkbar, wenn Vertrauen durch eine nachvollziehbare, d. h. prüfbare, Lösung ersetzt wird. Daher ist Transparenz eine zentrale Eigenschaft des Ansatzes (siehe 3).

Die Dienste der technischen Infrastruktur bilden die Zielplattform, für die die Modelltransformation Code erzeugt. Zur Laufzeit des Prozesses werden diese Dienste durch Infrastrukturkomponenten (Web Server), bzw. individuelle Komponenten, die via Web Service-Schnittstellen verfügbar sind, bereitgestellt (z. B. Services für die Erstellung und Prüfung von digitalen Signaturen). Durch Generierung von Policies kann gewährleistet werden, dass dedizierte Sicherheitsanforderungen beim Aufruf von Diensten erfüllt werden, z. B. die Nutzung von verschlüsselter Kommunikation zwischen Diensten. Die Gesamtheit dieser Werkzeuge unterstützt alle Lebenszyklus-Phasen von Geschäftsprozessen und gewährleistet damit die technisch sichere Ausführung und deren Überwachung (siehe 4).

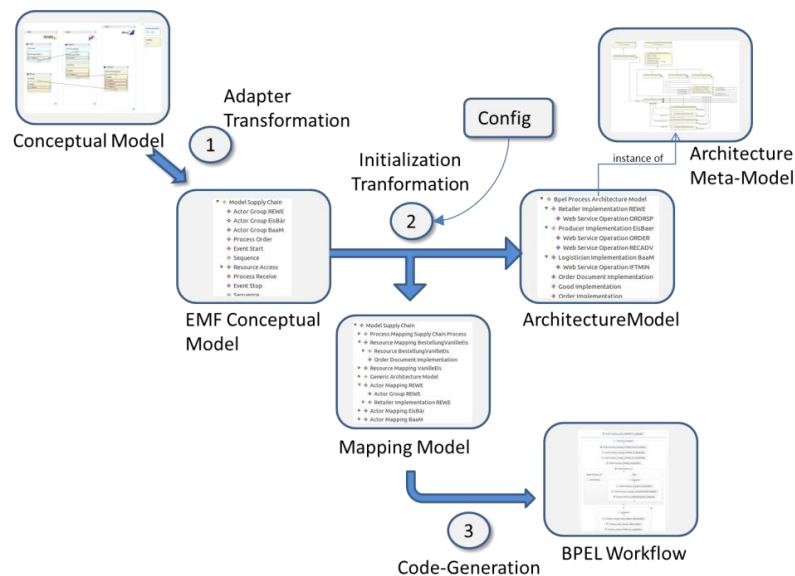
Der vorgestellte Ansatz verwendet ein Transformationsverfahren vom konzeptionellen BPM zur ausführbaren Software, bei dem Design-Entscheidungen bezüglich der technischen Umsetzung separat in eigenen Modellen erfasst werden. Ein Template-basiertes Code-Generierungsverfahren [5] führt die vorhandenen Modelle zusammen und erzeugt ausführbare BPEL Workflow-Prozessbeschreibungen, die den spezifizierten Abläufen und Sicherheitsanforderungen nachprüfbar genügen. Dieses Vorgehen erlaubt die Umsetzung des gesamten Spektrums von Nutzungskontrolle, beginnend mit präventiven Mechanismen vor der Ausführung von Prozessen durch Gültigkeitsüberprüfungen der eingesetzten Modelle zur Entwicklungszeit („Modell-Validierung“), über die Dokumentation und Nutzungskontrolle zur Laufzeit, bis hin zu Recovery-Aktivitäten in Reaktion auf aufgetretene Probleme. Als Einordnung in ein generisches Schema zur Charakterisierung von Nutzungskontrolle, angelehnt an [9], zeigt Bild 4 die methodischen Komponenten, die beim vorgestellten Verfahren die Nutzungskontrolle realisieren.



**Bild 4:** Komponenten zur Realisierung von Nutzungskontrolle, angelehnt an [9]

## 5 Prototypische Umsetzung zur Validierung des Verfahrens

Als „proof of concept“ ist das vorgestellte Verfahren implementiert. Der Übergang von konzeptionell modellierten Sicherheitsanforderungen zu automatisiert ausführbaren Kontroll- und Monitoring-Komponenten wird dabei durch Modelltransformationen beschrieben. Der gesamte Transformationsprozess ist in mehrere Schritte unterteilt, wodurch unterschiedliche Aspekte des Interpretierens konzeptueller Anforderungen und des Generierens ausführbarer Artefakte methodisch separiert werden. Zunächst kommt eine Modell-zu-Modell Transformation zum Einsatz, die die Konzepte der Lieferkettenmodellinstanz als Eingabe interpretiert und ein Architektur-Modell erzeugt, das technische Implementierungsbeschreibungen zur Umsetzung der konzeptuellen Elemente enthält. Ergänzend wird ein Mapping Modell generiert, das Verknüpfungen zwischen Elementen des konzeptionellen Lieferkettenmodells und den technischen Implementierungskonzepten herstellt. Konfigurationsdetails, wie beispielsweise die Namen von Diensten und deren Endpoint-Adressen, werden aus einer Textdatei in einem Standardformat ausgelesen und in das Architektur-Modell übernommen. Da die Sprachkonstrukte des Architektur-Modells die technischen Komponenten der Zielplattform beschreiben, werden sie Projekt-spezifisch über ein Architektur-Meta-Modell eingeführt. Eine zweite Transformation zur Code-Generierung komplettiert den Übergang vom konzeptionellen Lieferkettenmodell zu lauffähigen Softwarekomponenten und erzeugt ein BPEL-Modell mittels einer Modell-zu-Text Transformation. In Bild 5 sind die beteiligten Komponenten des umgesetzten Verfahrens zusammenfassend dargestellt, einschließlich einer initialen Adapter-Transformation, die das Lieferkettenmodell in ein syntaktisch vereinheitlichtes Format überführt. Die Nummerierung deutet die Reihenfolge an, in der die Transformationen im Lauf des Verfahrens ausgeführt werden.



**Bild 5: Komponenten des Verfahrens**

Die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen „signierte Bestellung“ und „Sensoren beim Transport“ werden im Folgenden beispielhaft vorgestellt. Die Forderung nach einer signierten Bestellung schlägt sich im konzeptuellen Modell als Annotations-Tag nieder, das dem Prozess-Schritt der Bestellung angehängt ist. Bei der Code-Generierung bewirkt dieses Tag, dass in den erzeugten BPEL Code passende Fragmente eingefügt werden, die in mehreren Schritten und eingebettet in den Gesamtprozess die Eigenschaft der Signierung eines Bestelldokuments überprüfen und je nach Ergebnis den weiteren Verlauf des Prozesses steuern. Bild 6 zeigt einen Teil der dazu verwendeten Transformation in der Sprache Xpand [5].

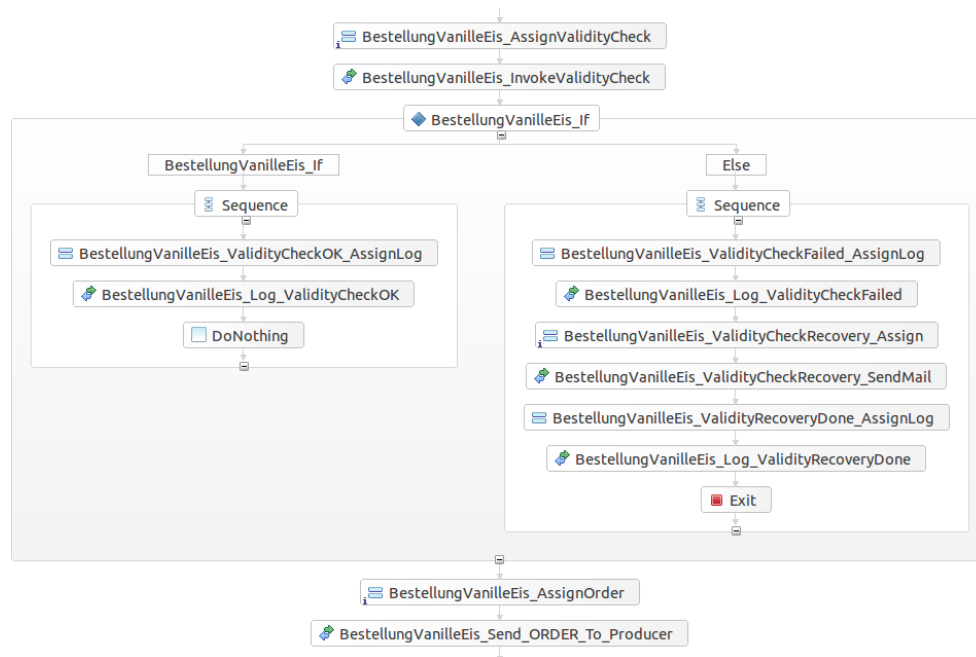
```

«IF orderReceiveAccess.tags.select( e | e.name=="signatureControl" && e.value.contains("SIGNED") ).is()»
<!-- Check signature validity -->
<bpel:assign validate="no" name="«r.name»_AssignValidityCheck">
  <bpel:copy>
    <bpel:from><bpel:literal><EXPAND Validate_Skeleton</bpel:literal></bpel:from>
    <bpel:to variable="«r.name»_Validate_Message" part="parameters"></bpel:to>
  </bpel:copy>
  (... copy parameter values ...)
</bpel:assign>
<bpel:invoke name="«r.name»_InvokeValidityCheck" partnerLink="«validateService.name»_PL"
  operation="«validateService.operation.operationName»" portType="«validateService.portType»"
  inputVariable="«r.name»_Validate_Message" outputVariable="«r.name»_Validate_Response" />
<bpel:if name="«r.name»_If">
  <bpel:condition><![CDATA[contains(«r.name»_Validate_Response.parameters/validate:return,string('ok'))]]></bpel:condition>
  <bpel:sequence>
    «EXPAND log(logService, r.name, "ValidityCheckOK", 1, "'electronic signature has been validated OK ')"»
    <bpel:empty name="DoNothing" />
  </bpel:sequence>
  <bpel:else>
    <bpel:sequence>
      «EXPAND log(logService, r.name, "ValidityCheckFailed", 1, "'electronic signature validation FAILED')"»
      (... invoke recovery process ...)
    </bpel:sequence>
  </bpel:else>
</bpel:if>
«ENDIF»

```

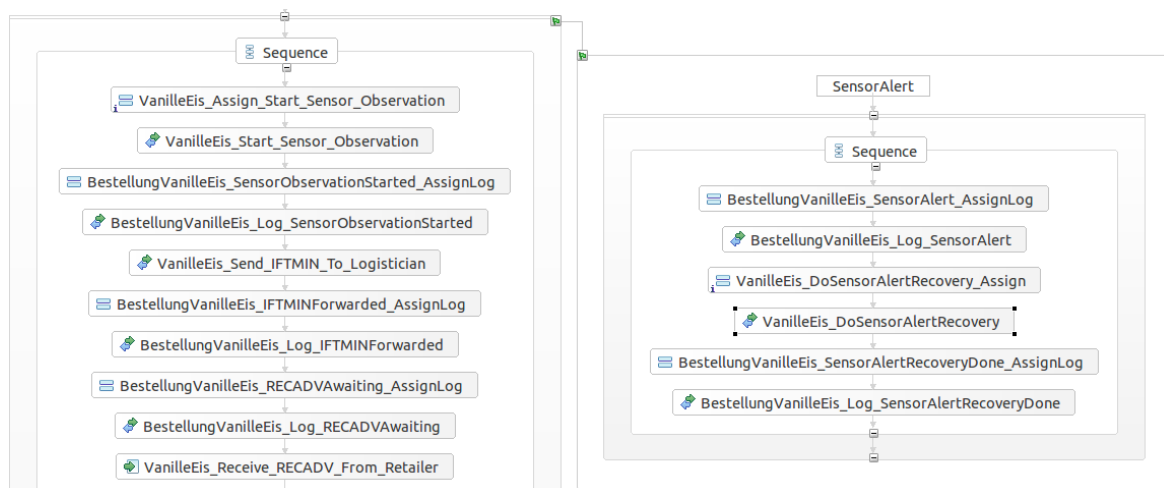
**Bild 6: Einfügen eines Service-Aufrufs in Abhängigkeit von der konzeptuellen Spezifikation**

Eine grafische Darstellung des auf diese Weise in den ausführbaren Prozess übernommenen Implementierungsmusters aus Service-Aufruf und Antwortauswertung zeigt Bild 7. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich hier um die prototypische Demonstration der Einbindung eines Services per Code-Generierung handelt, die Umsetzung der konkreten Signatur-Validierung kann in einer endgültigen Fassung an anderer Stelle realisiert sein.



**Bild 7: Grafische Darstellung des in den Prozess übernommenen Implementierungsmusters**

Die Spezifikation der Anforderung zur Überwachung des Transports durch Sensoren geschieht ebenfalls über eine Annotation im konzeptuellen Modell. Diese legt zum Beispiel Parameterwerte für einzuhaltende Temperaturgrenzen fest. Im daraus generierten BPEL Code wird die Sensor-Kontrolle parallel zum Prozess-Monitoring mittels eines Event-Handlers implementiert, der während der Laufzeit des Transports auf Warnungen des Sensor-Monitorings reagiert.



**Bild 8: Generierter Event-Handler Code in grafischer Visualisierung**

In der grafischen Darstellung des BPEL Prozesses erscheint der Event-Handler als paralleler Block zum Code des Supply Chain Prozesses, und ist mit einem kleinen grünen Flaggensymbol in der linken oberen Ecke gekennzeichnet. Bild 8 zeigt den generierten Event-Handler Code in grafischer Visualisierung, rechts neben dem Prozess-Code zur Steuerung des regulären Supply Chain Prozesses. Ein Code-Generator-Fragment, das die Generierung des Event-Handler Codes steuert, ist in Bild 9 skizziert.

```

«LET (! transportProcess.tags.select(e|e.name == "temperatureControl").isEmpty()) AS useSensors»
<bpel:scope name="«rr.name»_Scope">
  «IF useSensors»
    <!-- set up event handler for monitoring sensor data during transport -->
    <bpel:eventHandlers>
      <!-- incoming sensor alert -->
      <bpel:onEvent
        partnerLink="client" operation="«platform.incomingSensorAlert.operationName»" portType="«platform.portType»"
        messageType="«platform.incomingSensorAlert.inputMessageType»" variable="«rr.name»_SensorAlert">
        <bpel:scope>
          <bpel:sequence>
            «EXPAND log(logService, r.name, "SensorAlert", 3, "'an ALERT from sensor observation has been detected'")»
            (... invoke recovery process ...)

```

**Bild 9: Generator-Fragment zur Generierung des Event-Handler Codes**

## 6 Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurde ein Konzept vorgestellt, das auf die weitgehend automatisierte Realisierung einer sicheren Prozessausführung für Geschäftsprozesse zielt. Ausgehend von Prozessmodellen, die mit Hilfe von Annotationen um vergleichsweise abstrakte und nicht-technische Aspekte der Sicherheit ergänzt werden, ermöglichen schrittweise Transformationen eine Umsetzung dieser Sicherheitsanforderungen in konkrete Technologien. Beispielhaft wurde dieses Vorgehen an einem Prozess im Rahmen der Lebensmittelwarenkette technisch umgesetzt. Die Architektur der dabei zu Grunde liegenden Service-orientierten Plattform ist dazu bereits in Teilen implementiert, um den hier dargestellten „proof of concept“ zu ermöglichen.

Über den aktuellen Stand der Entwicklung und des Konzepts hinaus sind weitere Themen relevant: Die exakte Formulierung der Abbildung abstrakter Anforderungen (z. B. „sicherer Datenaustausch“) auf Technologien (z. B. Verschlüsselung, Signierung mit bestimmten Verfahren) ist derzeit implizit Bestandteil der Transformation und müsste zur Erhöhung der Transparenz ebenfalls explizit verfügbar sein. Auf der technischen Ebene ist die Sicherung von Anonymität und nicht-beobachtbarer Kommunikation durch Verfahren wie Idemix und TOR eine der nächsten Aufgaben.

## 7 Literatur

- [1] Bertino, E; Martino, LD; Paci, F; Squicciarini, AC (2010): Security for Web Services and Service-Oriented Architectures. Springer, Berlin.
- [2] Kanneganti, R; Chodavarapu, P (2008): SOA Security. Manning, Greenwich.
- [3] Kelly, S; Tolvanen, JP (2008): Domain Specific Modeling: enabling full code-generation. Wiley, Hoboken.
- [4] Luckham, D (2002): The Power of Events: An Introduction to Complex Event Processing in Distributed Enterprise Systems. Addison-Wesley, Boston.
- [5] Stahl, T et al. (2007): Modellgetriebene Softwareentwicklung: Techniken, Engineering, Management. dPunkt, Heidelberg.
- [6] Weske, M (2007): Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer, Berlin Heidelberg.
- [7] Chung, L, Nixon, BA (1995): Dealing with non-functional requirements: three experimental studies of a process-oriented approach. In: ICSE 1995. ACM, New York.



- [8] Mendling, J (2006): Business Process Execution Language for Web Service (BPEL). In: EMISA Forum 26(2): 5-8.
- [9] Müller, G et al. (2009): Sichere Nutzungskontrolle für mehr Transparenz in Finanzmärkten. In: Informatik Spektrum, 2010: 3-13.
- [10] Otto, A (2003): Supply Chain Event Management: Three Perspectives. In: The International Journal of Logistics Management. Volume 14, Number 2; 2003: 1-13.
- [11] Pfitzmann A et al. (1999): Flexible mehrseitige Sicherheit für verteilte Anwendungen. In: Kommunikation in Verteilten Systemen: 132-143.
- [12] Wiener, K (2008): Supply Chain Event Management (SCEM): A Strategic Application of Business Process Management (BPM). In: Ijioui, R. et al. (Hrsg.), Strategies and Tactics in Supply Chain Event Management. Springer, Berlin Heidelberg: 215-234.
- [13] Wolf, G; Pfitzmann, A (2000): Charakteristika von Schutzzielen und Konsequenzen für Benutzungsschnittstellen. In: Informatik Spektrum 23(3): 173-191.
- [14] Monakova, A; Schaad, A (2011): Visualizing security in business processes. In: SACMAT '11 Proceedings of the 16th ACM symposium on Access control models and technologies: 147-148.
- [15] Satoh, F; Nakamura, Y; Mukhi, NK; Tatsubori, M; Ono, K (2008): Methodology and Tools for End-to-End SOA Security Configurations. In: O'Conner, L (Hrsg), Proceedings of the 2008 IEEE Congress on Services 2008 – Part I. Honolulu.
- [16] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2009): SOA-Security Kompendium 2.0. [https://www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/486838/publicationFile/30662/SOA-Security-Kompendium\\_pdf.pdf](https://www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/486838/publicationFile/30662/SOA-Security-Kompendium_pdf.pdf). Abgerufen am 19. 12. 2011.
- [17] Miller, J; Mukerji, J (2003): MDA Guide Version 1.0.1. Object Management Group. [http://www.omg.org/mda/mda\\_files/MDA\\_Guide\\_Version1-0.pdf](http://www.omg.org/mda/mda_files/MDA_Guide_Version1-0.pdf). Abgerufen am 19. 12. 2011.
- [18] Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) (2007): Web Services Business Process Execution Language Version 2.0. <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html>. Abgerufen am 19. 12. 2011.
- [19] Pfitzmann, A; Hansen, M (2010): A terminology for talking about privacy by data minimization: Anonymity, Unlinkability, Undetectability, Unobservability, Pseudonymity, and Identity Management. [http://dud.inf.tu-dresden.de/literatur/Anon\\_Terminology\\_v0.34.pdf](http://dud.inf.tu-dresden.de/literatur/Anon_Terminology_v0.34.pdf). Abgerufen am 19. 12. 2011.





## Themen der Teilkonferenzen:

- Informationssysteme in Industrie und Handel
- Informationssysteme in der Dienstleistung
- Digitale Dienstleistungen
- Informationsmanagement
- Wissensmanagement
- Nachhaltigkeitsmanagement
- Kommunikations- und Kooperationssysteme
- Modellierung betrieblicher Informationssysteme

# MKWI 2012

Die MKWI (Multikonferenz Wirtschaftsinformatik) ist die größte Konferenz der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik mit ca. 600 Besuchern. Diese Konferenz dient dem Zusammentreffen der Wirtschaftsinformatik Professoren und des wissenschaftlichen Nachwuchses (Habilitanden, angehende Doktoranden, auch fortgeschrittene Studierende) zum Wissensaustausch zu aktuellen Themen der Wirtschaftsinformatik-Forschung.

In einem für die MKWI neuen Verfahren wurden Anfang des Jahres 2011 die Themenvorschläge der Community kooperativ im Web diskutiert. Anschließend erfolgte eine Analyse der Nachfrage für die einzelnen Fachbereiche der Wirtschaftsinformatik.